



TUGAS AKHIR - RG 141536

**Analisis Ketelitian Geometrik Citra Pleiades
1B dan Geoeye untuk Pembuatan Peta Dasar
RDTR Kawasan Pesisir
(Studi Kasus: Kecamatan Bulak, Kota Surabaya)**

MOH MAHFUDHDIN ALAWY
NRP 3512100058

Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL ASIGNMENT - RG 141536

Geometric Accuracy Analysis of Satellite Geoeye and Pleiades 1B Imagery for Creating Coastal Detailed Spatial Plan Base Map (Case Study: Bulak, Surabaya)

MOH MAHFUDHDIN ALAWY
NRP 3512100058

Advisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planing
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

Analisis Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades 1B dan Geoeye untuk Pembuatan Peta Dasar RDTR Kawasan Pesisir (Studi Kasus: Kecamatan Bulak, Surabaya)

Nama Mahasiswa : Moh. Mahfudhdin Alawy
NRP : 3512 100 058
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA., DESS.

ABSTRAK

Tersedianya berbagai macam citra satelit resolusi tinggi dengan ketelitian yang sangat baik yaitu kurang dari satu meter menunjukkan telah berkembangnya teknologi penginderaan jauh saat ini, hal tersebut menjadi kemajuan pula pada ketelitian berbagai peta dasar yang mengharuskan skala yang tinggi misalkan minimal 1:5000 pada penyusunan peta dasar rencana detil tata ruang baik perkotaan, industri maupun pesisir yang mana akan diulas pada penelitian ini. Tentunya untuk memenuhi skala yang tinggi, citra satelit resolusi tinggi tersebut harus diolah dan dikoreksi geometriknya untuk meminimalisir kesalahan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data citra satelit resolusi tinggi Pleiades 1B tahun 2015 dan Geoeye tahun 2013. Sebagaimana untuk memenuhi ketelitian skala peta yang tinggi yaitu minimal 1:5000, maka pada penelitian ini kedua citra tersebut dilakukan proses koreksi geometrik dengan metode transformasi yang digunakan adalah *Affine* dan *Polynomial orde 2*. Sebagai data penunjang yaitu data Titik Kontrol Tanah (*GCP*) sebanyak 9 titik dan titik *Independent Check Point (ICP)* sebanyak 23 titik yang diukur menggunakan GPS Geodetik serta 21 data pengukuran jarak Planimetris, data ini digunakan untuk

proses koreksi geometrik sampai dengan uji ketelitian Geometrik yang dilakukan pada masing-masing citra .

Pada akhirnya hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dari kedua citra yang telah dilakukan penelitian memiliki hasil nilai ketelitian yang memenuhi standar ketelitian peta sampai dengan skala 1:5000 pada kelas 1, dengan rincian proses koreksi geometrik rektifikasi menghasilkan nilai *RMS Error* yang menunjukkan bahwa metode *Polynomial orde 2* pada citra Pleiades 1B 0,158 dan Geoeye 0,089 memiliki nilai *RMS Error* yang lebih baik dari metode *Affine* pada Pleiades 1B 0,253 dan Geoeye 0,173, ketelitian geometrik horizontal *CE90* citra satelit Geoeye dengan nilai 0,697 yang lebih baik dibandingkan dengan Pleiades 1B yang memiliki nilai 0,731, begitu juga pada uji ketelitian planimetris yang menunjukkan citra Geoeye dengan nilai ketelitian 0,506 lebih baik dari Pleiades 1B sebesar 0,648.

Kata Kunci – Pleiades 1B, Geoeye, Koreksi Geometrik, Ketelitian Geometrik.

**Geometric Accuracy Analysis of Satellite Pleiades 1B and
Geoeye imagery for Creating Coastal Detailed Spatial Plan
Base Map
(Case Study: Bulak, Surabaya)**

Student Name : Moh. Mahfudhdin Alawy
ID Number : 3512 100 058
Department : Geomatics Engineering Departmen
FTSP-ITS
Lecturer : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA., DESS.

ABSTRACT

The availability various of high resolution satellite imagery with high accuracy at less than one meter, show that remote sensing technology is developed, that impact on the increased accuracy of various base maps that require a high scale example of at least 1: 5000 in the preparation of base maps a detailed plan to spatial structure of urban, industrial and coastal which will be reviewed in this study. Of course, to meet the high scale, high-resolution satellite images must be processed and corrected to minimize Geometrik errors.

The data that is used in this study is the high-resolution satellite Pleiades 1B imagery in 2015 data acquisition and Geoeye in 2013. Each imagery data carried out Geometrik correction process that is carried out using the Affine and Polynomial Order 2 transformation method. As the supporting data is Ground Control Points (GCP) data as much as 9 points and 23 Independent Check Points (ICP), all of the Control Point is measured using GPS Geodetik and also 21 planimetric distance measurement data, this data is used for Geometrik correction

process until the Geometrik accuracy tests performed on each image.

In the end the results of this study showed that each of image that has performed Geometrik correction have the results of the accuracy that meets the standards of accuracy base map up to a scale of 1: 5000 in Class 1, with details of the correction process Geometrik rectification generate the RMS Error indicating that the Polynomial Order 2 method on the image of the Pleiades 1B 0,158 and GeoEye 0,089 have RMS Error values are better than the Affine method on Pleiades 1B and GeoEye that have result of 0,253 and 0,173, horizontal Geometrik accuracy CE90 Geoeeye satellite imagery with a value of 0,697 better than the Pleiades 1B that has a value of 0,731. as well as on the planimetric accuracy test showed GeoEye imagery with a value of 0,506 accuracy better than Pleiades 1B at 0,648.

Keywords - Pleiades 1B, GeoEye, Geometrik Correction, Geometrik Accuracy.

**Analisis Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades 1B dan
Geoeye untuk Pembuatan Peta Dasar RDTR Kawasan Pesisir
(Studi Kasus: Kecamatan Bulak, Surabaya)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Indonesian Journal of Geomatics Engineering

Oleh :
MOH MAHFUDHDIN ALAWY
NRP. 3512 100 058

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukolilo, DEA, DESS
NIP. 1953 0527 1983 03 1001



SURABAYA,

Juni 2016

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pelaksanaan penelitian tugas akhir berjalan lancar dan pembuatan laporan tugas akhir yang berjudul “Analisa Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades 1B dan Geoeye untuk Pembuatan Peta Dasar Tata Ruang Pesisir (Studi Kasus: Kecamatan Bulak, Surabaya, Jawa Timur)” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas dari peran berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Qomari dan Ibu Nur Akhirotin orang tua tercinta serta Achmad Faiq Rifqiy adik tercinta dan juga kerabat penulis yang tanpa henti mencurahkan kasih sayangnya dan selalu memberikan semangat.
2. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan sehingga penelitian ini dapat terlaksana.
4. Seluruh jajaran dosen mata kuliah Jurusan Teknik Geomatika ITS yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang banyak menunjang terlaksananya penelitian ini.
5. Bapak Bashofi dan Bapak Bambang selaku laboran yang selalu senantiasa memberikan layanan fasilitas dan bimbingan pada saat pengukuran di lapangan.
6. Seluruh sahabat GEOID 2012 yang telah banyak memberikan masukan, saran dan koreksi terhadap penelitian tugas akhir ini.
7. Semua teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas dukungan semangat sehingga penelitian tugas akhir ini dapat terlaksana.

8. Segenap pihak yang telah membantu dan membimbing penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dengan segala keterbatasan, Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun penulis harapkan untuk pengembangan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan diterima sebagai sumbangan pemikiran dalam pengembangan ilmu pengetahuan

Surabaya, Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
HALAMAN PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR RUMUS.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penginderaan Jauh.....	5
2.2. Peta Dasar.....	7
2.3. Kawasan Pesisir.....	8
2.4. Rencana Detil Tata Ruang (RDTR) Kawasan Pesisir	10
2.5. Citra Satelit Pleiades	14
2.6. Citra Satelit Geoeye.....	16

2.7. <i>Pan-Sharpening</i> Data Citra Satelit	17
2.8. Kesalahan Geometrik Pada Citra Satelit	18
2.9. Koreksi Geometrik	19
2.9.1. Rektifikasi.....	21
2.9.2. Transformasi Koordinat Citra.....	21
2.9.3. Titik Kontrol Tanah (<i>GCP</i>)	25
2.9.4. Jaring Titik Kontrol	25
2.9.5. Kekuatan Jaring / <i>Strength of Figure</i> (<i>SoF</i>)	28
2.9.6. <i>Independent Check Point</i> (<i>ICP</i>).....	29
2.9.7. Pengukuran Planimetris.....	31
2.10. Penentuan Posisi dengan GPS	32
2.10.1. Metode Absolut	32
2.10.2. Metode Diferensial	34
2.10.3. Spesifikasi Pengukuran GPS Pada Penyusunan Peta Dasar RDTR	36
2.11. Ketelitian Geometrik	37
2.11.1. <i>Root Mean Square Error</i> (<i>RMSE</i>)	37
2.11.2. Ketelitian Planimetris	38
2.12. Uji Ketelitian Geometrik	38
2.12.1. Uji Akurasi Geometri Horizontal	39
2.12.2. Uji Ketelitian Planimetris Citra.	40
2.13. Penelitian Terdahulu.....	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	45
3.1. Lokasi Penelitian	45
3.2. Data dan Peralatan.....	46
3.2.1. Data.....	46

3.2.2. Peralatan	46
3.3. Tahapan Penelitian	47
3.4. Tahapan Pengolahan Data	49
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....	53
4.1. Hasil <i>Pansharpening</i> Data Citra Satelit.....	53
4.2. Sebaran Titik Kontrol Tanah dan Desain Jaring	53
4.3. Koordinat Titik Kontrol Tanah (<i>GCP</i>)	55
4.4. Desain dan Kekuatan Jaring	57
4.5. Koordinat <i>Independent Check Point (ICP)</i>	58
4.6. Hasil Pengukuran Planimetris	62
4.7. Uji Ketelitian Geometrik	66
4.7.1. <i>RMS Error</i> Hasil Rektifikasi	67
4.7.2. <i>RMS Error</i> Uji Ketelitian Geometrik dengan <i>ICP</i>	69
4.7.3. <i>RMS Error</i> Uji Ketelitian Geometrik dengan Planimetris.....	72
4.8. Analisa.....	75
4.8.1. Analisa Ketelitian Rektifikasi	75
4.8.2. Analisa Uji Ketelitian Geometrik Horizontal	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1. Kesimpulan.....	79
5.2. Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN	85
BIOGRAFI PENULIS	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1, Uraian Interaksi Obyek-Obyek di Permukaan Bumi dengan Gelombang Elektromagnetik sehingga Dihasilkan Citra Inderaja.....	6
Gambar 2.2. Contoh gambar satelit Pleiades 1-A (kiri) dan Pleiades 1-B (kanan).....	14
Gambar 2.3. Contoh gambar satelit Geoeye.....	16
Gambar 2.4. (a) Sistem koordinat citra didefinisikan oleh baris dan kolom; (b) Sistem koordinat peta didefinisikan oleh sumbu x dan y.....	20
Gambar 2.5. Desain Jaring Triangulasi.....	26
Gambar 2.6. Desain Jaring Trilaterasi.....	27
Gambar 2.7. Desain Jaring Triangulaterasi.....	27
Gambar 2.8. Prinsip Dasar Penentuan Posisi GPS Modifikasi dari.....	34
Gambar 2.9. Ilustrasi Pengamatan GPS Differensial	35
Gambar 3.1, Lokasi Penelitian.....	45
Gambar 3.1, Diagram Alir Penelitian.....	47
Gambar 3.1, Diagram Alir Pengolahan Data.....	49
Gambar 4.1, Penampakkan citra setelah proses pansharpening (Kiri) dan sebelum (Kanan).....	53
Gambar 4.2. Contoh Penentuan Lokasi <i>GCP</i> yang Telah Dilakukan Pengukuran.....	54
Gambar 4.3. Sebaran Titik Kontrol (<i>GCP</i>).....	55
Gambar 4.4. Desain Jaring Titik Kontrol Tanah (<i>GCP</i>).....	57
Gambar 4.5. Contoh Pelatakan titik <i>ICP</i>	58
Gambar 4.6. Sebaran Letak titik <i>ICP</i>	59

Gambar 4.7. Contoh Pelatakan titik Pengukuran Jarak
Planimetris..... 63

Gambar 4.8. Sebaran Titik Pengukuran Planimetris..... 63

Gambar 4.9. Histogram *RMS Error ICP* Per
Titik..... 72

Gambar 4.10, Histogram *RMS Error* Planimetris Per Titik
Ukur..... 75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1,	Spesifikasi sensor satelit Pleiades.....	15
Tabel 2.2.	Spesifikasi sensor satelit Geoeeye.....	16
Tabel 2.3.	Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan..	30
Tabel 2.4.	Metode Penentuan Posisi dengan GPS.....	33
Tabel 2.5.	Uji ketelitian Horizontal Peta.....	39
Tabel 2.6.	Ketentuan Ketelitian Geometri Peta Dasar.....	41
Tabel 3.1	Uji ketelitian Horizontal Peta.....	52
Tabel 3.2	Ketentuan Ketelitian Geometri Peta Dasar.....	52
Tabel 4.1,	Daftar Koordinat Titik Kontrol.....	55
Tabel 4.2.	Daftar Koordinat Interpretasi Citra Pleiades 1B	56
Tabel 4.3.	Daftar Koordinat Citra Geoeeye.....	56
Tabel 4.4.	Koordinat <i>ICP</i> hasil Pengukuran GPS.....	59
Tabel 4.5.	Koordinat <i>ICP</i> hasil Interpretasi Citra Satelit Geoeeye.....	60
Tabel 4.6.	Koordinat <i>ICP</i> hasil Interpretasi Citra Satelit Pleiades 1B.....	61
Tabel 4.7.	Hasil Pengukuran Jarak Planimetris di Lapangan.....	64
Tabel 4.8.	Hasil Pengukuran Jarak Planimetris Pada Citra Satelit Geoeeye.....	65
Tabel 4.9.	Hasil Pengukuran Jarak Planimetris Pada Citra Satelit Pleiades 1B.....	66
Tabel 4.10,	Ketelitian Geometri Peta.....	67
Tabel 4.11,	Perhitungan <i>RMSE</i> Hasil Rektifikasi Citra Pleiades 1B Metode <i>Affine</i>	68
Tabel 4.12.	Perhitungan <i>RMSE</i> Hasil Rektifikasi Citra Pleiades 1B Metode <i>Polynomial orde 2</i>	68

Tabel 4.13.	Perhitungan <i>RMSE</i> Hasil Rektifikasi Citra Geoeye Metode <i>Affine</i>	68
Tabel 4.14.	Perhitungan <i>RMSE</i> Hasil Rektifikasi Citra Geoeye Metode <i>Polynomial orde 2</i>	69
Tabel 4.15.	Perhitungan <i>RMS ICP</i> Citra Geoeye.....	71
Tabel 4.16.	Perhitungan <i>RMS ICP</i> Citra Pleiades 1B.....	72
Tabel 4.17.	Perhitungan <i>RMS Error</i> Planimetris Citra Satelit Geoeye.....	73
Tabel 4.18.	Perhitungan <i>RMS Error</i> Planimetris Citra Satelit Pleiades 1B.....	74

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1,	Rumus Dasar Transformasi <i>Affine</i>	23
Rumus 2.2.	Persamaan Matriks Metode <i>Affine</i>	23
Rumus 2.3.	Persamaan Mencari Parameter <i>Affine</i>	24
Rumus 2.4.	Rumus Dasar Transformasi <i>Polynomial orde 2</i>	24
Rumus 2.5.	Rumus Perhitungan SoF.....	29
Rumus 2.6.	Rumus Perhitungan Banyaknya Syarat Jaring...	29
Rumus 2.7.	Rumus metode pengeliminasian (<i>differencing</i>) <i>Single Difference</i>	35
Rumus 2.8.	Rumus metode pengeliminasian (<i>differencing</i>) <i>Double Difference</i>	35
Rumus 2.9.	Rumus metode pengeliminasian (<i>differencing</i>) <i>Triple Difference</i>	35
Rumus 2.10,	Rumus Perhitungan <i>Root Mean Square Error</i> ..	38
Rumus 2.11,	Rumus Perhitungan <i>CE90</i> ,.....	40

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesisir kota Surabaya berada pada titik koordinat 70 14' - 70 21' LS dan 1120 37' - 1120 57' BT Wilayah pesisir Surabaya meliputi 11 Kecamatan dengan luas kota 52,087 Ha, luas daratan 33,048 Ha sedangkan selebihnya yaitu 19,039 Ha merupakan wilayah laut dimana memiliki panjang garis pantai 37,5 km terbentang dari sisi timur dari titik perbatasan Kabupaten Sidoarjo (di sisi selatan) hingga kearah utara dari titik perbatasan kabupaten Gresik (Badan Lingkungan Hidup, 2012).

Diantara aplikasi Penginderaan jauh yaitu dalam identifikasi objek-objek di permukaan bumi dengan tema analisa tertentu, seperti pada kasus yang diangkat pada kesempatan kali ini yaitu kajian mengenai geometrik citra serta analisisnya sebagai peta dasar tata ruang pesisir di kota Surabaya khususnya kecamatan Bulak. Ketentuan mengenai peta pola ruang RDTR meliputi skala atau tingkat ketelitian minimal 1:5000 dan mengikuti ketentuan mengenai system informasi geografis yang dikeluarkan oleh kementerian / lembaga yang berwenang, mencakup ruang darat dan / atau ruang laut dengan batasan empat mil diukur dari garis pantai, dan dapat digambarkan dalam beberapa lembar peta yang tersusun berurutan mengikuti ketentuan yang berlaku (Baihaqi, 2013). Maka berdasarkan hal-hal di atas, sebagai tindakan pengawasan dan pengendalian dapat dilakukan pemetaan zona pesisir melalui data citra resolusi tinggi dengan harapan menyajikan informasi yang lebih banyak dan teliti mengenai wilayah pesisir sebagaimana telah direncanakan tersebut.

Data citra satelit sebagai data penunjang penelitian yang dilakukan merupakan data citra satelit Pleiades 1B dan Geoeye, kedua satelit tersebut merupakan satelit resolusi tinggi dengan resolusi spasial pankromatik dan multispektral yang dimiliki oleh citra satelit Pleiades 1B masing masing sebesar 0,5m dan 2m (LAPAN, 2015), sedangkan untuk citra satelit Geoeye masing-masing yaitu 0,46m dan 1,84m (LAPAN, 2015). Data yang digunakan tersebut telah memenuhi standar penyusunan peta dasar skala minimal 1:5000 berdasarkan ketentuan dimana data yang digunakan memiliki resolusi spasial kurang dari 0,65 meter (Badan Informasi Geospasial, 2016). Kedua data tersebut nantinya akan dilakukan analisa geometrik untuk mengetahui ketelitian dari masing-masing citra satelit dalam penggunaannya sebagai komponen peta dasar penyusunan RDTR Pesisir Surabaya.

Analisa geometrik yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada ketelitian yang didapat melalui proses koreksi geometrik. Secara teknis terdapat metode-metode yang digunakan dalam proses koreksi geometrik yang mana pada penelitian ini akan disesuaikan dengan Jumlah titik kontrol dan citra yang digunakan. Dengan mendapatkan ketelitian geometrik yang tinggi pada citra satelit yang akan digunakan maka diharapkan akan memberikan ketelitian yang tinggi pula pada pembuatan peta dasar tata ruang pesisir yang akan dihasilkan nantinya.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dapat dikaji berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan pada kesempatan penelitian kali ini yaitu bagaimana melakukan analisa mengenai ketelitian geometrik citra Pleiades 1B dan Geoeye dalam aplikasinya pada pembuatan peta dasar tata ruang pesisir wilayah Kecamatan Bulak Kota Surabaya

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Wilayah studi yang diteliti yaitu daerah kecamatan Bulak kota Surabaya.
- b. Wilayah studi merupakan wilayah daratan administrasi Kecamatan Bulak, tidak termasuk wilayah perairan / laut.
- c. Data yang digunakan adalah data citra satelit Pleiades 1B dan citra satelit Geoeye kota Surabaya
- d. Hasil penelitian adalah berupa analisa mengenai ketelitian geometrik citra dan kelayakan dalam fungsinya sebagai peta dasar rencana detil tata ruang wilayah pesisir.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Melakukan koreksi geometrik terhadap Citra Satelit Pleiades 1B dan Geoeye daerah penelitian Kecamatan Bulak Kota Surabaya.
- b. Melakukan Analisa Ketelitian terhadap kedua citra dan kesesuaiannya dalam penggunaannya sebagai peta dasar tata ruang pesisir melalui uji ketelitian geometrik.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu memberikan informasi kepada masyarakat umum dan khususnya untuk pihak terkait perencanaan wilayah pesisir mengenai ketelitian geometrik citra Pleiades 1B dan Geoeye sebagai komponen penyusun peta dasar dan penyusunan peta tata ruang pesisir.

“Halaman Ini Senagaja Dikosongkan”

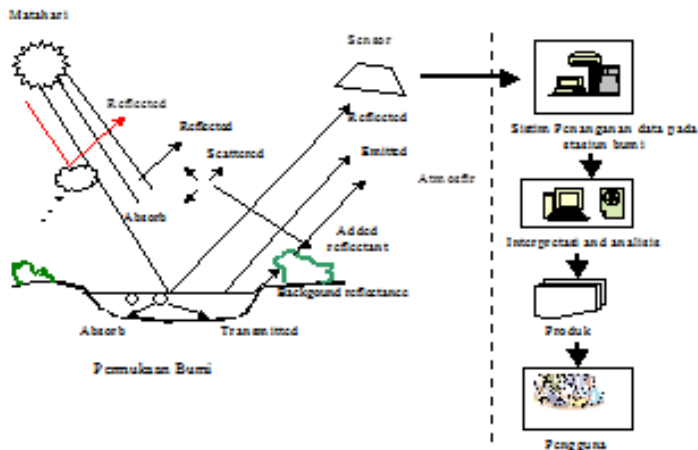
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penginderaan Jauh

Dalam pengertian secara umum, penginderaan jauh diartikan sebagai ilmu untuk memperoleh informasi berupa gambaran fenomena alam pada objek permukaan bumi yang diperoleh tanpa kontak langsung dengan objek di permukaan Bumi melalui pengukuran pantulan (*reflection*) ataupun pancaran (*emission*) oleh media gelombang elektromagnetik yang kemudian energi tersebut direkam oleh sensor yang terdapat pada citra satelit. Data penginderaan jauh adalah berupa citra. Citra penginderaan jauh memiliki beberapa bentuk yaitu foto udara ataupun citra satelit. Data penginderaan jauh tersebut adalah hasil rekaman obyek muka bumi oleh sensor. Data penginderaan jauh ini dapat memberikan banyak informasi setelah dilakukan proses interpretasi terhadap data tersebut.

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala dengan cara menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap objek, daerah, atau gejala yang sedang dikaji. Alat yang dimaksud pada bahasan ini adalah pengindera atau sensor yang pada umumnya dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, satelit, pesawat ulang alik, dan sebagainya. Objek yang ingin diketahui dapat berupa objek di permukaan Bumi, di atas permukaan Bumi, maupun di antariksa (Lillesand & Kiefer, 2004).



Gambar 2. 1. Uraian Interaksi Obyek-Obyek di Permukaan Bumi dengan Gelombang Elektromagnetik sehingga Dihasilkan Citra Inderaja (Lillesand & Kiefer, 2004)

Adapun komponen-komponen yang penting dalam penginderaan jauh adalah sebagai berikut (Somantri, 2009):

- a. Sumber tenaga yang digunakan dalam penginderaan jauh yaitu tenaga alami dan tenaga buatan. Tenaga alami berasal dari matahari dan tenaga buatan biasa disebut pulsa. Penginderaan jauh yang menggunakan tenaga matahari disebut sistem pasif dan yang menggunakan tenaga pulsa disebut sistem aktif. Sistem pasif dengan cara merekam tenaga pantulan maupun pancaran. Dengan menggunakan pulsa kelebihannya dapat digunakan untuk pengambilan citra pada malam hari.
- b. Atmosfer merupakan lintasan dari radiasi elektromagnetik, karena semua energi yang dideteksi dengan sistem ini melalui atmosfer dengan jarak dan panjang jalur tertentu.
- c. Sensor merupakan alat yang mendeteksi radiasi elektromagnetik yang dipantulkan dari objek dan kemudian mengubahnya dalam bentuk sinyal yang dapat direkam dan ditampilkan sebagai citra.

- d. Objek penginderaan jauh adalah semua benda yang ada di permukaan Bumi, seperti tanah, gunung, air, vegetasi, dan hasil budidaya manusia, kota, lahan, pertanian, hutan atau benda-benda yang di angkasa seperti awan.
- e. Detektor adalah alat perekam yang terdapat pada sensor untuk merekam tenaga pantulan maupun pancaran.
- f. Wahana merupakan sarana untuk menyimpan sensor, seperti pesawat terbang, satelit dan pesawat ulang-alik.

2.2. Peta Dasar

Peta merupakan gambaran atau lukisan seluruh atau sebagian gambaran dari permukaan bumi yang digambarkan pada bidang datar yang diperkecil dengan menggunakan skala tertentu dan dijelaskan dalam bentuk simbol dan dibuat mengikuti ukuran sama luas, sama bentuk, sama jarak, dan sama arah.

Secara umum Peta didefinisikan sebagai gambaran dari unsur-unsur alam maupun buatan manusia yang berada diatas maupun dibawah permukaan bumi yang digambarkan pada suatu bidang datar dengan skala tertentu (Peraturan Pemerintah Nomor 10, 2000).

Menurut Indarto (Indarto, 2010) peta umum atau peta dasar adalah peta yang menyajikan informasi permukaan bumi secara umum, baik kenampakan alami misalnya sungai, gunung, laut, danau, maupun kenampakan buatan misalnya jalan raya, rel kereta api dan pemukiman maupun unsur lain.

Bedasarkan bebrapa pengertian di atas maka dapat didefinisikan bahwa peta dasar merupakan peta yang menyajikan informasi unsur permukaan bumi secara umum dengan kepentingan tematik tertentu, misalkan saja peta dasar rencana detil tata ruang maka peta dasar dalam hal ini memeiliki sajian informasi untuk menunjang penyusunan perencanaan detil tata ruang yang dimaksudkan.

Dalam penyusunan Peta Dasar RDTR disusun apabila RTRW kabupaten/kota dinilai belum efektif sebagai acuan dalam pelaksanaan pemanfaatan ruang dan pengendalian pemanfaatan ruang karena tingkat ketelitian petanya belum mencapai 1:5000; dan/atau RTRW kabupaten/kota sudah mengamanatkan bagian dari wilayahnya yang perlu disusun RDTR-nya (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 20, 2011), maka untuk menyusun peta RDTR yang mencapai ketelitian tersebut dibutuhkan pula peta dasar dengan skala minimal 1:5000.

2.3. Kawasan Pesisir

Penjelasan umum mengenai kawasan pesisir yang meliputi definisi dan karakteristik wilayah merupakan hal yang sangat penting, hal ini bertujuan agar pemahaman mengenai wilayah pesisir dapat dimengerti dan merupakan awal pemahaman dari studi ini. Pengertian tentang pesisir sampai saat ini masih menjadi suatu pembicaraan, terutama penjelasan tentang ruang lingkup wilayah pesisir yang secara batasan wilayah masih belum jelas. Berikut ini adalah definisi dari beberapa sumber mengenai wilayah pesisir.

Istilah ” *The part of the land affected by it's proximity to the land...any area in which processes depending on the interaction between land and sea are most intense*” (Clark, 1996). Diartikan bahwa daerah pesisir atau zone pesisir adalah daerah intervensi atau daerah transisi yang merupakan bagian daratan yang dipengaruhi oleh kedekatannya dengan daratan, dimana prosesnya bergantung pada interaksi antara daratan dan lautan. “*The band of dry land adjacent ocean space (water dan submerged land) in wich terrestrial processes and land uses directly affect oceanic processes and uses, and vice versa*” (Kay & Alder, 1999). Diartikan bahwa wilayah pesisir adalah wilayah yang merupakan

tanda atau batasan wilayah daratan dan wilayah perairan yang mana proses kegiatan atau aktivitas bumi dan penggunaan lahan masih mempengaruhi proses dan fungsi kelautan.

Pengertian wilayah pesisir menurut kesepakatan terakhir internasional adalah merupakan wilayah peralihan antara laut dan daratan, ke arah darat mencakup daerah yang masih terkena pengaruh percikan air laut atau pasang surut, dan ke arah laut meliputi daerah paparan benua (*continental shelf*) (Dauhari et. al., 2001).

Menurut Suprihayono, wilayah pesisir adalah wilayah pertemuan antara daratan dan laut ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air asin. Sedangkan ke arah laut wilayah pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan karena kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran (Suprihayono, 2002).

Pengertian wilayah pesisir menurut Soegiarto (Dauhari et. al., 2001) yang juga merupakan pengertian wilayah pesisir yang dianut di Indonesia adalah daerah pertemuan antara darat dan laut, dimana wilayah pesisir ke arah darat meliputi daratan, baik kering maupun terendam air yang masih dipengaruhi sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air asin, sedangkan ke arah laut wilayah pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses-proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti pengundulan hutan dan pencemaran.

Dari pengertian-pengertian yang telah dijelaskan di atas dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa wilayah pesisir merupakan wilayah yang unik karena merupakan tempat percampuran antara daratan dan lautan, hal ini berpengaruh terhadap kondisi fisik dimana pada umumnya daerah yang berada di sekitar laut memiliki kontur yang relatif datar. Adanya kondisi seperti ini sangat mendukung bagi wilayah pesisir dijadikan daerah yang potensial dalam pengembangan wilayah keseluruhan. Hal ini menunjukkan garis batas nyata wilayah pesisir tidak ada. Batas wilayah pesisir hanyalah garis khayalan yang letaknya ditentukan oleh kondisi dan situasi setempat. Di daerah pesisir yang landai dengan sungai besar, garis batas ini dapat berada jauh dari garis pantai. Sebaliknya di tempat yang berpantai curam dan langsung berbatasan dengan laut dalam, wilayah pesisirnya akan sempit. Menurut UU No. 27 Tahun 2007 Tentang, batasan wilayah pesisir, kearah daratan mencakup wilayah administrasi daratan dan kearah perairan laut sejauh 12 (dua belas) mil laut merupakan daerah kewenangan nasional diukur dari garis pantai ke arah laut lepas dan/atau kearah perairan kepulauan (Undang-undang Republik Indonesia Nomor 27, 2007)

2.4. Rencana Detil Tata Ruang (RDTR) Kawasan Pesisir

Kebijakan publik sangat menentukan kehidupan wilayah pesisir yang berkelanjutan. Penataan Ruang merupakan salah satu bentuk kebijakan pengelolaan yang meliputi: Rencana Tata Ruang, pemanfaatan dan pengawasannya, merupakan rangkaian yang tidak dapat dipisahkan, harus dilakukan sebagai kebijakan umum sebagai bentuk hukum, berupa peraturan dengan segenap perangkat implementasinya: kelembagaan, dan pelaku kebijakan melalui mekanisme pengaturan yang baik, transparan, dan konsisten (*good governance*).

Rencana Detail Tata Ruang adalah rencana yang disusun dan ditetapkan Pemerintah Daerah dengan prasyarat perencanaan sebagai berikut (Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26, 2007) :

- a. RDTR disusun menurut bagian wilayah kota yang telah ditetapkan fungsi kewasannya dalam struktur ruang RTRW Kota.
- b. RDTR dapat ditentukan menurut kawasan yang mempunyai nilai sebagai kawasan yang perlu percepatan pembangunan, pengendalian pembangunan, mitigasi bencana, dan lainnya.
- c. RDTR mempunyai wilayah perencanaan mencakup sebagian atau seluruh kawasan tertentu yang terdiri dari beberapa unit lingkungan perencanaan, yang telah terbangunan ataupun yang akan dibangun.
- d. RDTR mempunyai skala perencanaan 1: 5000 atau lebih besar sesuai dengan kebutuhan tingkat kerincian dan peruntukan perencanaannya.
- e. RDTR merupakan salah satu pedoman pembangunan daerah yang memiliki kekuatan hukum berupa Peraturan Daerah (Perda)
- f. RDTR ini dilakukan dengan memeriksa kesesuaian semua rencana dan ketentuan sektoral baik horizontal, vertikal, diagonal seperti UU, PP, Kepres, Kepmen, Perda, KepGub, KepWal atau KepBup, SKB, NSPM dan pedoman-pedoman yang menunjang termasuk produk pra desain serta desain kegiatan sektoral tersebut.
- g. RDTR merupakan pedoman berkekuatan hukum yang merupakan arahan pembangunan daerah untuk :
 - Perijinan pemanfaatan ruang
 - Perijinan letak bangunan dan bukan bangunan,

- Kapasitas dan intensitas bangunan dan bukan bangunan
- Penyusunan zonasi

Mengacu pula pada UU Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang, tujuan kebijakan penataan ruang wilayah pesisir dan lautan dirumuskan sebagai: (i) terselenggaranya pemanfaatan ruang (sumber daya dan jasa lingkungan) wilayah pesisir yang berwawasan lingkungan, (ii) terselenggaranya pengaturan pemanfaatan ruang kawasan lindung dan budidaya wilayah pesisir, dan (iii) tercapainya pemanfaatan ruang wilayah pesisir yang berkualitas. Secara eksplisit, tujuan-tujuan tersebut memiliki nuansa operasional, yakni mensyaratkan penzanaan dalam pemanfaatan ruang. Dengan kata lain, pembangunan yang dialokasikan dengan zona pada setiap wilayah harus disesuaikan dengan daya dukung lingkungan dan secara ekonomis menguntungkan (Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26, 2007).

Secara konsepsional, suatu wilayah tempat pembangunan dialokasikan terdiri atas tiga zona. Pertama, zona preservasi, yaitu suatu wilayah yang mengandung atribut biologis dan ekologis yang sangat vital bagi kelangsungan hidup ekosistem dan seluruh komponennya meliputi biota (organisme), termasuk kehidupan manusia, spesies langka atau endemik, tempat (habitat) pengasuhan dan pemijahan berbagai biota laut, alur (migratory routes) ikan dan biota laut lainnya, dan sumber air tawar. Di dalam zona preservasi tidak diperkenankan kegiatan pemanfaatan atau pembangunan, kecuali untuk kepentingan penelitian dan pendidikan.

Kedua, zona konservasi, yakni wilayah yang di dalamnya diperbolehkan adanya kegiatan pembangunan, tetapi dengan intensitas (tingkat) yang terbatas dan sangat terkendali, misalnya wisata alam (*ecotourism*), perikanan tangkap dan budidaya yang

ramah lingkungan (*responsible fisheries*), serta pengusahaan hutan bakau secara lestari. Zona konservasi bersama preservasi berfungsi memelihara berbagai proses penunjang kehidupan dan sumber keanekaragaman hayati, seperti siklus hidrologi dan unsur hara, dan membersihkan limbah secara alamiah. Luas zona preservasi dan konservasi yang optimal dalam suatu wilayah bergantung pada kondisi alamnya, biasanya berkisar antara 30 hingga 50 persen dari luas wilayah.

Ketiga, zona pemanfaatan, yakni wilayah yang karena sifat biologis dan ekologisnya dapat dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan pembangunan yang lebih intensif antara lain industri, pertambangan, dan perkotaan dengan pemukiman padat. Namun, kegiatan pembangunan dalam zona pemanfaatan hendaknya harmonis mengikuti karakteristik ekologis. Misalnya, kegiatan budidaya tambak udang hendaknya tidak pada lahan pesisir bertekstur pasir atau sangat masam, atau berdekatan dengan wilayah industri.

Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil dalam rencana zonasi mempertimbangkan:

- a. Keserasian, keselarasan, dan keseimbangan dengan daya dukung ekosistem fungsi pemanfaatan dan fungsi perlindungan, dimensi ruang dan waktu, dimensi teknologi dan sosial budaya, serta fungsi pertahanan dan keamanan.
- b. Keterpaduan pemanfaatan berbagai sumber daya, fungsi, estetika lingkungan, dan kualitas lahan pesisir; dan,
- c. Kewajiban untuk mengalokasikan ruang dan akses masyarakat dalam pemanfaatan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil yang mempunyai fungsi sosial dan ekonomi.

Secara konsepsional, suatu wilayah tempat pembangunan dialokasikan terdiri atas empat zona yaitu (i) Kawasan pemanfaatan umum: zona permukiman, zona budidaya, dan zona perikanan tangkap; (ii) Kawasan konservasi: zona inti, zona pemanfaatan terbatas, zona budidaya pesisir, zona ekowisata, dan zona wisata bahari), zona peruntukan; (iii) Kawasan strategis nasional: zona pertahanan keamanan; (iv) Alur laut pelayaran (UU Republik Indonesia No. 27, 2007).

2.5. Citra Satelit Pleiades

Satelit optik Pleiades dikembangkan dan diluncurkan oleh AIRBUS Defense and Space, Prancis. Diluncurkan melalui roket Russia Soyuz STA di Pusat Peluncuran Guiana, Kourou. Satelit ini dibedakan berdasarkan 2 tipe sensor yaitu Pleiades-1B dan Pleiades 1B (LAPAN, 2015).



Gambar 2. 2. Contoh gambar satelit Pleiades 1-A (kiri) dan Pleiades 1-B (kanan) (LAPAN, 2015)

a. Sensor Satelit Pleiades-1A

Diluncurkan pada 16 Desember 2011, Sensor satelit ini mampu mengambil gambar stereo dalam sekali pemotretan dan dapat mencakup wilayah yang luas (hingga 1000km x 1000km).

b. Sensor Satelit Pleiades-1B

Diluncurkan pada 2 Desember 2012. Memiliki kemampuan untuk melakukan pemetaan skala besar termasuk rekayasa dan proyek konstruksi, monitoring

(kompleks pertambangan, industry, militer, daerah konflik, bencana alam serta evakuasi dan operasi penyelamatan).

Berikut adalah tabel spesifikasi sensor Pleiades (LAPAN, 2015):

Tabel 2. 1. Tabel Spesifikasi sensor satelit Pleiades

Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada	0,5m GSD pada	2m GSD pada nadir Biru (430 – 550nm) Hijau (490 – 610nm) Merah (600 – 720nm) IR dekat (750 – 950nm)
Jangkauan Spektral	480 – 830 nm	
Lebar Sapuan Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	20 km pada nadir Hingga 47 derajat Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	12 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 5 tahun	
Waktu Pengulangan	Setiap 1 hari	
Ketinggian Orbit	694 km	
Waktu Lintasan Orbit	10:15 A.M	
	sinkron matahari	
Harga	€. 10 per km ² untuk data arsip €. 17 per km ² untuk perekaman baru	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk data arsip (jarak lebar min.500m) Minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar min.5km)	
Level Proses	Primer (Sensor) dan Ortho	
Tingkat Akurasi	3m tanpa <i>GCP</i> (<i>CE90</i>) Hingga kurang dari 1m dengan <i>GCP</i>	

2.6. Citra Satelit Geoeeye

Satelit optis Geoeeye diluncurkan pada 6 September 2008 dari pangkalan angkatan udara Vandenberg, California, USA. Satelit Geoeeye memiliki fitur teknologi paling canggih yang pernah digunakan dalam sistem penginderaan jauh komersial. Sensor ini dikembangkan untuk proyek besar karena dapat menghasilkan lebih dari 350,000 sq.km per hari. Pada akhir musim panas 2013, ketinggian orbit satelit Geoeeye dinaikkan menjadi 770 km, sehingga memiliki nadir 46cm GSD dibandingkan sebelumnya yang 41cm (LAPAN, 2015).



Gambar 2. 3. Contoh gambar satelit Geoeeye (LAPAN, 2015)

Berikut adalah tabel spesifikasi sensor Geoeeye (LAPAN, 2015):

Tabel 2. 2. Spesifikasi sensor satelit Geoeeye		
Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	0,46m GSD pada nadir	1,84m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	450 – 800 nm	Biru (450 – 510nm) Hijau (510 – 580nm) Merah (655 – 690nm) IR dekat (780 – 920nm)

Lebar Sapuan dan Ukuran Representatif Area	Nominal 15,2 km pada 9,44 mile pada nadir Lembar titik tunggal - 225 sq.km (15x15km) Luas bersebelahan – 15,000 sq.km (300x50km) 1 derajat area bersebelahan – 10,000sq.km (100x100km) Contiguous stereo area - 6,270 sq km (224x28 km) (Area mode PAN diasumsikan padat tingkat garis tertinggi)		
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	Hingga 30 derajat Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian		
Jangkauan Dinamik	11 bit per piksel		
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 7 tahun		
Frekuensi pengulangan pada ketinggian 770km	Max. PAN GSD (m) 0,42 0,50 0,59	Off Nadir Look Angle 10 28 35	Rerata Pengulangan 8 2 2
Ketinggian Orbit	770 km		
Waktu Lintasan	10:30 A.M (descending mode)		
Waktu Orbit	98 menit		
Orbit	98 derajat sinkron matahari		
Kecepatan Pada Level Proses	7,5 km per detik (27,358848km/jam) Basic, Standard, Orthorectified		

2.7. Pan-Sharpening Data Citra Satelit

Pan-Sharpening adalah teknik yang dapat meningkatkan potensi dari citra satelit, yang mana dapat digunakan untuk beberapa penggunaan yang membutuhkan resolusi spasial dan spektral yang tinggi. Proses tersebut memperbolehkan untuk mengurangi dimensi piksel dari band multispektral terhadap band pankromatik. Manfaat yang dihasilkan adalah jelas: gambar berwarna yang lebih rinci (RGB komposisi) dapat diperoleh dan informasi yang lebih akurat menjadi tersedia untuk aplikasi lebih

lanjut seperti klasifikasi, tutupan lahan dan menggunakan pemetaan, fitur ekstraksi dan sebagainya.

Data citra yang sering dipakai dalam analisis penginderaan jauh antara lain adalah citra panchromatic (pan) dengan informasi keabu-abuan yang umumnya memiliki informasi spasial tinggi sehingga dapat membantu melokasikan suatu objek di muka Bumi. Citra multispectral berwarna dengan saluran multispektrum (inframerah, cahaya tampak maupun ultraviolet) yang lebih memberikan informasi warna berdasarkan pantulan dan penyerapan sinar elektromagnetik oleh objek yang ditangkap oleh sensor. Umumnya citra multispectral yang ada memiliki resolusi rendah, dalam artian memiliki informasi spasial yang rendah meskipun mampu memberi informasi yang tinggi. Citra panchromatic dan multispectral ini, terlebih penggabungannya, memiliki andil yang besar dalam aplikasi penginderaan jauh. Proses penggabungan citra panchromatic dan citra multispectral ini umum dikenal dengan istilah *image fusion* atau *pansharpening/image sharpening*. Fusi citra secara umum diartikan sebagai teknik untuk mengintegrasikan detail geometri atau spasial dari suatu citra *panchromatic* (hitam putih) beresolusi tinggi dengan citra multispectral beresolusi rendah, dimana dua atau lebih gambar digabungkan menjadi satu gambar dengan mempertahankan fitur penting dari masing-masing gambar asli. Tujuan utama fusi citra adalah mengintegrasikan data-data yang didapat dari berbagai sumber untuk mendapatkan informasi yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan informasi yang didapat dari satu sumber saja.

2.8. Kesalahan Geometrik Pada Citra Satelit

Kesalahan adalah perbedaan antara nilai ukuran (*measured value*) dan nilai yang benar (*true or correct value*). Kesalahan yang mungkin menghingapi data pengukuran dapat berupa kesalahan besar/kekeliruan (*blunder*), kesalahan sistematik (*systematic error*) dan kesalahan kebetulan atau acak (*accidental error, random error*). Sebagai contoh, kesalahan besar adalah jika

terjadi kesalahan baca hasil pengukuran. Kesalahan besar seperti ini sangat mudah ditentukan dan dapat dihilangkan dari daftar ukuran. Kesalahan geometrik merupakan kesalahan yang disebabkan karena orbit satelit inderaja sangat tinggi dan medan pandangnya kecil. Sumber dari kesalahan geometrik ini ada dua, yaitu internal dan eksternal.

Kesalahan geometrik internal disebabkan oleh konfigurasi sensornya, yaitu pembelokan arah penyinaran, abrasi sub-sistem optik akibat kemiringan cermin penyiam sehingga cakupan tidak tegak lurus, sistem penyiam yang tidak linier karena kecepatan cermin penyiam berubah yang mengakibatkan pergeseran lokasi setiap pixel.

Kesalahan geometrik eksternal disebabkan oleh adanya perubahan ketinggian dan kecepatan wahana yang menyebabkan perubahan cakupan dan perubahan luas sehingga terjadi perubahan skala pada orbit, perubahan posisi wahana terhadap objek karena gerakan berputar, menggelinding dan berbelok yang menyebabkan terjadinya kesalahan acak, pengaruh rotasi bumi pada saat pengambilan data yang menyebabkan objek miring ke arah barat, dan pengaruh dari kelengkungan bumi yang menyebabkan ukuran pixel yang direkam menjadi berubah karena terbentuk sudut pada arah perekaman. Untuk menghilangkan kesalahan geometrik perlu dilakukan koreksi geometrik.

2.9. Koreksi Geometrik

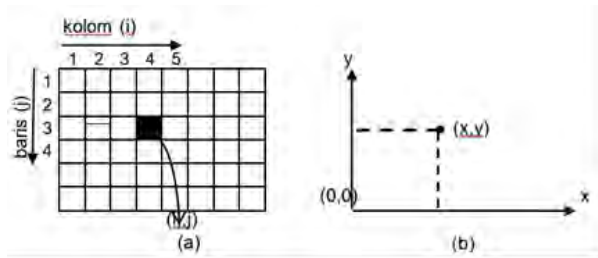
Salah satu proses peningkatan mutu citra yang orientasi prosesnya per citra adalah proses koreksi Geometrik citra. Jenis gangguan yang bersifat geometrik yang sering terjadi waktu proses rekaman citra dapat berbentuk pergeseran pusat citra, perubahan ukuran citra dan perubahan orientasi citra yang sering

disebut sebagai *skewed* (Murni, Arymurthy, Setiawan, & Suryana, 1992).

Koreksi geometrik citra mempunyai tiga tujuan (Purwadhi, 2001) yaitu:

- Melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat pada system proyeksi;
- Registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau citra multitemporal; dan
- Registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Oleh karena itu koreksi geometrik dilakukan dengan proses transformasi, yang dapat ditetapkan melalui hubungan sistem koordinat citra (i,j) dan sistem koordinat peta (x,y) . Secara sederhana, tranformasi pada citra diilustrasikan seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 2. 4. (a) Sistem koordinat citra didefinisikan oleh baris dan kolom; (b) Sistem koordinat peta didefinisikan oleh sumbu x dan y. (Murni, Arymurthy, Setiawan, & Suryana, 1992)

2.9.1. Rektifikasi

Rektifikasi merupakan proses yang dilakukan untuk memproyeksikan citra ke bidang datar agar bentuknya *konform* (sebangun) dengan sistem proyeksi peta yang digunakan dan mempunyai orientasi arah yang benar. Rektifikasi ini umum digunakan untuk mengoreksi citra pada terain yang datar atau relatif datar. Pada proses rektifikasi, hal utama yang dilakukan adalah merelokasi setiap pixel dalam suatu citra input (x',y') pada posisi tertentu di citra output (x,y) yang telah terkoreksi dengan melakukan transformasi koordinat.

Untuk melakukan rektifikasi dibutuhkan titik kontrol tanah (*GCPs*) yang dapat diidentifikasi dengan baik pada citra yang akan dikoreksi maupun pada bidang referensi yang dijadikan acuan. Setelah didapat titik kontrol tanah, dilakukan proses pemodelan untuk menentukan parameter transformasi koordinat dengan menggunakan model matematik tertentu.

2.9.2. Transformasi Koordinat Citra

Penentuan parameter untuk koreksi geometrik citra penginderaan jauh digital disesuaikan dengan sifat kesalahan, sehingga dapat dilakukan alternatif pendekatannya. Koreksi geometrik yang bersifat random (non-sistematik) diselesaikan dengan analisis titik kontrol tanah/titik ikat (*GCPs*) melalui fungsi transformasi yang menghubungkan antara sistem koordinat tanah dan citra. Fungsi transformasi dapat didekati dengan persamaan polinomial, yaitu persamaan matematika antara sistem koordinat citra dengan sistem koordinat geografis. Metode ini memerlukan ketersediaan peta teliti yang sesuai dengan

daerah liputan citra, dan titik-titik kontrol tanah yang dapat dikenali dalam citra, seperti perpotongan jalan raya, galengan sawah, tubuh air yang kecil, dan lain sebagainya. Proses koreksi dengan meletakkan sejumlah titik-titik kontrol tanah yang ditempatkan sesuai dengan koordinat di citra dan koordinat di peta.

Koordinat tersebut dinamakan koordinat-koordinat titik sekutu. Titik sekutu ini kemudian digunakan untuk proses transformasi guna menentukan parameter transformasi. Transformasi koordinat merupakan konversi dari satu koordinat ke sistem koordinat yang lain, atau hubungan antara posisi (koordinat) pixel citra asli (*input*) dan citra hasil transformasi (*output*).

a. Transformasi *Polynomial Orde 1 / Affine*

Transformasi *Affine* adalah transformasi dengan enam parameter yang membutuhkan paling tidak tiga titik control. Dengan tiga titik sekutu akan didapatkan hasil yang menyatu dengan titik-titik sekutu target.

Adapun beberapa hal penting mengenai transformasi *Affine* yaitu sebagai berikut (Anjasmara, 2005):

- Pada transformasi *Affine*, garis lurus ditransformasikan menjadi garis lurus dan garis sejajar tetap menjadi garis sejajar.
- Faktor perbesaran tergantung pada orientasi dari garis tetapi tidak tergantung pada posisinya dalam jaringan.
- Sehingga semua garis dalam suatu arah tertentu akan mempunyai faktor perbesaran yang sama.
- Digunakan untuk wilayah cakupan 36x36 km².

- Digunakan dalam penyelenggaraan Titik Dasar Teknik Lokal.
- Tidak menghiraukan spesifikasi teknis yang baku.
- Diperlukan minimal 3 (tiga) buah titik sekutu.
- Berbentuk polinom berderajat satu.
- Menghasilkan residu yang sangat kecil.
- Memiliki 6 buah parameter transformasi.

Berikut persamaan transformasi *Affine* berbentuk polinomial derajat satu (Siswanto, 2008):

$$\begin{aligned} X &= ax + by + c_1 \\ Y &= ex + dy + c_2 \end{aligned} \quad (2.1)$$

Keterangan :

X,Y : Kordinat Transformasi

x,y : Kordinat Pengamatan / Asal (*origin*)

a,b,d,e,c₁,c₂ : Parameter Transformasi *Affine*.

Untuk mendapatkan nilai parameter transformasi a, b, e, d, c_1 dan c_2 , persamaan diatas ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} x & y & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x & y & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ e \\ d \\ c_1 \\ c_2 \end{bmatrix} \quad (2.2) \\ \text{(i)} \qquad \qquad \text{(ii)} \qquad \qquad \text{(iii)} \end{aligned}$$

Keterangan :

(i) : Matriks Koordinat Transformasi

(ii) : Matriks Pengamatan (*Origin*)

(iii) : Matriks Parameter

Sehingga dari persamaan di atas dapat diperoleh nilai parameter transformasi dengan ketentuan:

$$X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ e \\ d \\ c_1 \\ c_2 \end{bmatrix} = \left[\left(A^T \cdot A \right)^{-1} \right] \cdot A^T L \quad (2.3)$$

Keterangan:

X : Matriks Parameter

A : Matriks Koefisien Parameter

L : Matriks Pengamatan

b. Transformasi *Polynomial orde 2*

Pada dasarnya transformasi koordinat ini dapat digunakan untuk data yang mencakup area yang luas (untuk memperhitungkan kelengkungan Bumi), data terdistorsi, dan digunakan untuk daerah yang lumayan berbukit dan bergelombang. Fungsi *Polynomial orde 2* dengan menggunakan 6 parameter dapat digunakan untuk mengoreksi translasi, rotasi, dan skala dari sumbu x dan y. Berikut rumus pada persamaan *Polynomial orde 2* (Mohammed & Eiman, 2013):

$$p(x) = a_1 + a_2x + a_3y + a_4x^2 + a_5xy + a_6y^2 \quad (2.4)$$

Keterangan :

$p(x)$: Koordinat terektifikasi (*output*),

x dan y : Koordinat asal (*input*),

a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 dan a_6 : Parameter transformasi

Polynomial orde 2

2.9.3. Titik Kontrol Tanah (GCP)

GCP (Ground Control Point) atau titik kontrol tanah adalah proses penandaan lokasi yang berkoordinat berupa sejumlah titik yang diperlukan untuk kegiatan mengoreksi data dan memperbaiki keseluruhan citra. Tingkat akurasi *GCP* sangat bergantung pada jenis GPS yang digunakan dan jumlah sampel *GCP* terhadap lokasi dan waktu pengambilan (Hasyim, 2009).

Lokasi ideal saat pengambilan *GCP* adalah perempatan jalan, sudut jalan, perpotongan jalan pedestrian, kawasan yang memiliki warna mencolok, persimpangan rel dengan jalan dan benda/ monumen/ bangunan yang mudah diidentifikasi atau dikenal. Perlu dihindari pohon, bangunan, dan tiang listrik selain sulit diidentifikasi, karena kesamaannya yang tinggi (Hasyim, 2009).

Titik kontrol tanah yang dibutuhkan dalam proses rektifikasi ini dapat diperoleh dengan beberapa cara, yaitu :

- a. *Image to map*, dimana titik kontrol tanah diperoleh dari peta yang mempunyai liputan yang sama dengan citra yang akan dikoreksi.
- b. *Image to image*, dimana titik kontrol tanah diperoleh citra lain yang terkoreksi dan mempunyai daerah liputan yang sama.
- c. *Image to GPS*, dimana titik kontrol tanah diperoleh dari pengukuran GPS langsung di lapangan.

2.9.4. Jaring Titik Kontrol

Jaring titik kontrol horizontal adalah sekumpulan titik kontrol horizontal yang satu sama lain dikaitkan dengan data ukuran jarak dan/atau sudut, dan koordinatnya

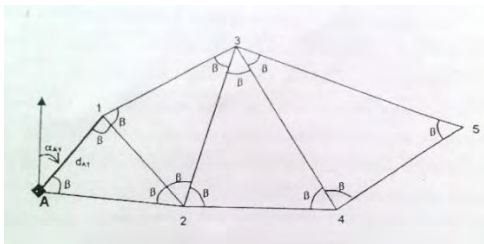
ditentukan dengan metode pengukuran/pengamatan tertentu dalam suatu sistem referensi kordinat horisontal tertentu.

Kualitas dari koordinat titik-titik dalam suatu jaring kontrol horisontal umumnya akan dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti sistem peralatan yang digunakan untuk pengukuran/pengamatan, geometri jaringan, strategi pengukuran/pengamatan, serta strategi pengolahan data yang diterapkan.

Jaring kerangka geodesi horizontal secara umum terdiri atas beberapa bentuk, yaitu: triangulasi, trilaterasi, dan triangulaterasi (Anjasmara, 2005).

a. Triangulasi

Bentuk jaring triangulasi didefinisikan oleh bentuk rangkaian segitiga dengan unsur semua sudut, satu jarak basis, dan satu azimuth awal. Suatu jaring triangulasi minimal harus memiliki satu titik ikat/datum.



Gambar 2. 5. Desain Jaring Triangulasi (Anjasmara, 2005)

Keterangan:

Sudut : $\beta_i, i=1,n$

Jarak basis : d_{A1}

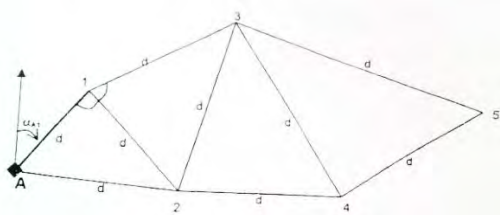
Azimuth : α_{A1}

Titik datum : A

b. Trilaterasi

Desain jaring trilaterasi didefinisikan oleh bentuk rangkaian segitiga dengan unsur ukuran semua jarak, dan

satu azimuth awal. Suatu jaring trilaterasi minimal harus memiliki suatu titik ikat/datum.



Gambar 2. 6. Desain Jaring Trilaterasi (Anjasmara, 2005)

Keterangan:

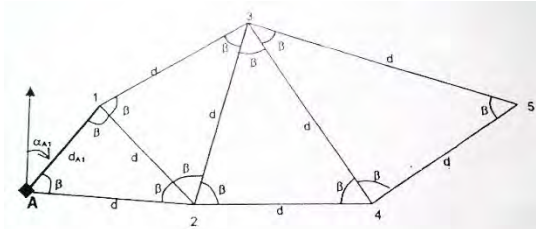
Jarak : d_i , $i=1,n$

Azimuth : α_{A1}

Titik datum : A

c. Triangulaterasi

Bentuk jaring triangulaterasi didefinisikan oleh bentuk rangkaian segitiga dengan unsur semua sudut, jarak, dan satu azimuth awal. Suatu jaring triangulaterasi minimal harus memiliki satu titik ikat/datum.



Gambar 2. 7. Desain Jaring Triangulaterasi (Anjasmara, 2005)

Keterangan:

Sudut : β_i , $i=1,n$

Jarak : d_i , $i=1,n$

Azimuth : α_{A1}

Titik datum : A

2.9.5. Kekuatan Jaring / *Strength of Figure* (SoF)

SoF (*Strength of Figure*) adalah kekuatan geometrik (bentuk) rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaring. Kekuatan geometrik jaring segitiga yang baik dicerminkan oleh harga SoF yang kecil dan akan menjamin ketelitian yang merata pada seluruh jaring. Perhitungan ini sangat penting untuk menentukan susunan pada system triangulasi. SoF dapat disebut juga kekuatan jaring polygon.

Faktor kekuatan bentuk geometri jaringan atau *Strength of Figure* (SoF) adalah kekuatan dari bentuk kerangka dimana kegunaannya adalah untuk menentukan kekuatan kerangka dari jaring geodesi yang diambil dari gambar dimana kekuatannya akan setara dengan kerangka yang akan dibuat di lapangan. Penentuan posisi dan jumlah titik kontrol tanah sangat mempengaruhi hasil SoF yang juga berpengaruh pada tingkat ketelitian kerangka tersebut. SoF juga menunjukkan tingkat kekuatan geometri dari rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaringan. Kekuatan geometrik dicerminkan dengan harga SoF yang paling kecil, hal ini akan menjamin ketelitian yang merata pada seluruh jaringan. Sehingga dapat dipilih bentuk geometri yang baik (kuat dan memiliki kesalahan minimum).

Untuk melihat kekuatan dari jaringan yang dibentuk, maka dilakukan penghitungan kekuatan jaring atau *Strength of Figure*. Ada beberapa metode yang dapat digunakan. Semakin kecil nilai dari kekuatan jaring, menunjukkan jaring yang dibentuk semakin kuat. Berikut ini adalah penghitungan SoF dengan menggunakan rumus (Sukojo, 2006) :

$$R = \frac{(D-C)}{D} \sum (\delta A^2 + \delta B \cdot \delta A + \delta B^2) \quad (2.5)$$

Keterangan:

R = *Strength of Figure*

D = total arah atau pengamatan dalam jaring

C = jumlah kondisi sudut dan sisi atau syarat sudut dan sisi

δA = harga diferensial pada decimal keenam dari log sin A

δB = harga diferensial pada decimal keenam dari log sin B

Untuk menghitung banyaknya syarat (C) digunakan rumus (Sukojo, 2006):

$$C = C_s + C_l = (L' - S' + 1) + (L - 2S + 3) \quad (2.6)$$

Keterangan:

C = jumlah kondisi sudut atau syarat sisi

C_s = jumlah kondisi sudut atau syarat sudut

C_l = jumlah kondisi sisi atau syarat sudut

L' = jumlah sisi yang diamati dari dua arah

S' = jumlah station (titik) yang dapat ditempati alat

L = jumlah sisi yang diukur

S = jumlah station (titik yang dikelilingi sudut 360°)

2.9.6. *Independent Check Point (ICP)*

Independent Check Point (ICP), atau dalam bahasa Indonesia disebut sebagai titik uji akurasi, yaitu titik-titik yang sudah teridentifikasi pada citra dan peta referensi tetapi berlainan posisi dengan titik-titik kontrol tanah (Wibowo, 2010) (Wibowo & Eko, 2010). *ICP* digunakan untuk menguji hasil rektifikasi yang telah dilakukan

menggunakan *GCP*. Syarat persebaran *ICP* dalam area penelitian adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2016):

- Objek yang digunakan sebagai titik uji harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji, dengan ketentuan sebagai berikut:
- Pada setiap kuadran jumlah minimum titik uji adalah 20% dari total titik uji
- Jarak antar titik uji minimum 10% dari jarak diagonal area yang diuji.
- Untuk area yang tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan membagi wilayah kelompok data menjadi empat bagian, dimana setiap bagian dipisahkan oleh sumbu silang. Pembagian kuadran dibuat sedemikian rupa sehingga jumlah dan sebaran titik uji mempresentasikan wilayah yang akan diuji.

Jumlah titik uji mendapatkan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. 3. Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan

Luasan (km ²)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horizontal
< 250	12
251 - 500	20
501 - 750	25
751 - 1000	30
1001 - 1250	35
1251 - 1500	40
1501 - 1750	45
1751 - 2000	50
2001 - 2250	55
2251 - 2500	60

2.9.7. Pengukuran Planimetris

Pengukuran planimetris adalah pemetaan suatu daerah berupa bentuk geometri dari daerah yang relatif sempit menggunakan alat ukur jarak langsung (pita ukur) dengan mengabaikan unsur ketinggiannya. Pengukuran dengan cara ini juga dikenal dengan pemetaan blok atau *block meeting*. Pada umumnya pengukuran ini berupa pengukuran jarak pada objek yang relatif datar, namun pada aplikasinya pengukuran planimetris digunakan untuk menghitung luasan dari suatu bentuk geometri dari gabungan pengukuran-pengukuran jarak objek yang dimaksudkan tersebut.

Metode pengukuran planimetris yang pertama yaitu pengukuran jarak langsung, yaitu pengukuran yang dilakukan dengan cara membentangkan pita ukur sepanjang garis yang akan diukur dengan alat utama berupa pita ukur terhadap objek di lapangan langsung. Apabila jarak tidak dapat diukur dengan sekali bentangan pita ukur, maka perlu dilakukan pelurusan. Pelurusan dilakukan dengan cara membuat penggalan-penggalan pada jarak yang akan diukur. Pengukuran jarak langsung dapat dilakukan di medan mendatar dan medan miring. Pengukuran pada medan mendatar dilakukan dengan pelurusan terlebih dahulu. Kemudian mengukur langsung dengan menggunakan pita ukur. Sedangkan pada medan miring perlu dilakukan beberapa tahapan tambahan. Yang pertama adalah melakukan pelurusan seperti pada medan mendatar. Kemudian melakukan pengukuran jarak dengan bantuan unting-unting. Di sini pita ukur ditarik sehingga mendatar dan batas penggal jarak yang diukur di tanah diperoleh

dengan bantuan unting-unting yang digantung dengan benang dari pita ukur yang direntangkan.

Pengukuran Plaimetris secara tidak langsung dilakukan dengan tanpa menyentuh objek lapangan langsung yaitu dengan bantuan peta berskala tertentu yang memuat objek dengan menggunakan alat planimeter. Adapula dengan menggunakan perangkat lunak tertentu apabila objek dimuat dalam citra satelit maupun peta digital sehingga dapat diperoleh jarak planimetris dari objek, tentunya data digital harus terkoreksi secara Geometrik untuk mendapatkan nilai jarak planimetris yang akurat atau sesuai.

2.10. Penentuan Posisi dengan GPS

Pada dasarnya konsep penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi (pengikatan ke belakang) dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Posisi yang diberikan oleh GPS adalah posisi 3 dimensi (x, y, z atau l, b, h) yang dinyatakan dalam datum WGS (*World Geodetic System*) 1984, sedangkan tinggi yang diperoleh adalah tinggi ellipsoid. Sehingga untuk sistem tingginya berbeda dengan tinggi *orthometrik* yang merupakan tinggi di atas geoid yang diukur sepanjang garis gaya berat melalui titik tersebut. Adapun pengelompokan metode penentuan posisi dengan GPS berdasarkan mekanisme pengaplikasiannya dapat dilihat pada tabel 2.4.

2.10.1. Metode Absolut

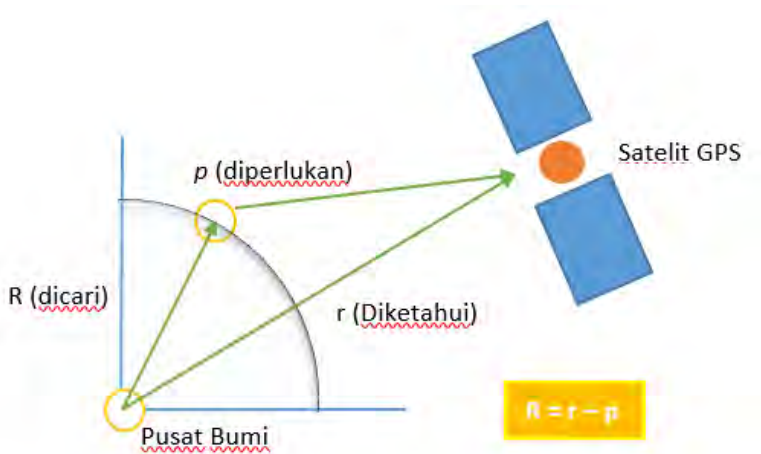
Penentuan posisi secara absolut (*absolute positioning*) adalah metode penentuan posisi yang paling mendasar dari GPS. Melalui satelit GPS dilakukan pengukuran vektor jarak (p) ke titik yang akan ditentukan posisinya. Dengan

catatan posisi satelit (r) telah diketahui relative terhadap pusat bumi, maka posisi P (pengamat) akan diperoleh pula relatif terhadap pusat bumi. prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS melalui pendekatan vektor ditunjukkan pada Gambar 2.8.

Tabel 2. 4. Metode Penentuan Posisi dengan GPS (Abidin, 2006)

Metode	Absolute (1 Receiver)	Differensial (Minimal 2 Receiver)	Titik	Receiver
Statik	v	v	Diam	Diam
Kinematik	v	v	Bergerak	Bergerak
Rapid Static		v	Diam	Diam (singkat)
Pseudo Kinematik		v	Diam	Diam & bergerak
Stop and Go		v	Diam	Diam & bergerak

Pada metode ini penentuan posisi suatu titik tidak tergantung terhadap titik lainnya (hanya menggunakan satu *receiver*), oleh karena itu kesalahan jam *receiver* masih besar pengaruhnya. Ada 4 (empat) parameter yang akan ditentukan nilainya dalam metode absolut, yaitu 3 (tiga) parameter koordinat (X,Y,Z atau L,B,h) dan parameter kesalahan jam satelit. Keempat parameter tersebut didapat melalui penurunan persamaan model matematika pengukuran jarak satelit. Jadi dibutuhkan minimal 4 (empat) satelit GPS untuk bisa mendapatkan posisi secara absolut.

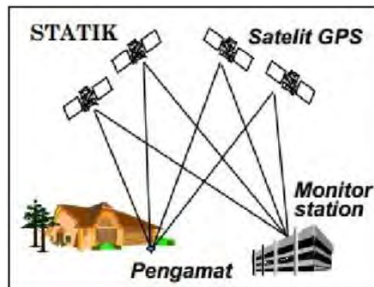


Gambar 2. 8 Prinsip Dasar Penentuan Posisi GPS Modifikasi dari (Abidin, 2006)

2.10.2. Metode Diferensial

Pada pengamatan GPS dengan metode differensial (metode relatif) dibutuhkan minimal dua *receiver* GPS. Prinsipnya adalah dengan mengurangi data yang diamati oleh dua *receiver* GPS pada waktu yang bersamaan, maka beberapa jenis kesalahan dan bias dari data dapat dieliminasi atau direduksi. Pengeliminasian dan reduksian ini akan meningkatkan akurasi dan presisi data, dan selanjutnya akan meningkatkan tingkat akurasi dan presisi posisi yang diperoleh.

Adapun biasanya titik yang akan ditentukan posisinya dinamakan rover, sedangkan titik yang posisinya telah diketahui dinamakan *base/master*.



Gambar 2. 9 Ilustrasi Pengamatan GPS Differensial (Abidin, 2006)

Ada tiga metode pengeliminasian (*differencing*), yaitu *Single Difference*, *Double Difference* dan *Triple Difference*. Metode *Single Difference* (SD), disimbolkan dengan (Δ), dilakukan dengan menggunakan dua receiver A dan B serta satelit dimana kesalahan ephemeris (orbit) atau dua satelit dapat dieliminasi dengan mengurangi dua data *one-way* (OW) masing-masing receiver atau satelit. Kemudian *Double Difference* (DD), disimbolkan dengan ($\Delta\Delta$), dilakukan dengan dua receiver, dua satelit sehingga kesalahan jam receiver dapat dieliminasi. Sedangkan *Triple Difference* (TD) dilakukan dengan dua receiver, dua satelit dan dua epoch pengamatan sehingga ambiguitas fase dapat dieliminasi.

$$SD = OW - OW \quad (2.7)$$

$$DD = SD - SD \quad (2.8)$$

$$TD = DD - DD \quad (2.9)$$

Keterangan :

OW : Data *one-way*

SD : *Single Difference*

DD : *Double Difference*

TD : *Triple Difference*

2.10.3. Spesifikasi Pengukuran GPS Pada Penyusunan Peta Dasar RDTR

Adapun dalam melakukan pengukuran GPS terhadap titik kontrol yang digunakan dalam penyusunan peta dasar RDTR memiliki spesifikasi tertentu yaitu (Badan Informasi Geospasial, 2016):

a. Standar Kualitas Hasil Pengolahan Data

Hasil akhir pengukuran dan perhitungan data titik kontrol tanah dan titik uji akurasi berupa daftar koordinat titik yang memenuhi persyaratan ketelitian yaitu:

$\text{Akurasi Horizontal} \leq 20 \text{ cm}$, mengacu pada SRGI2013

b. Spesifikasi GPS

- Tipe Geodetik.
- GNSS yang dapat menghasilkan akurasi horizontal tiap titik $\leq 0,2 \text{ m}$.
- Dapat menerima sinyal satelit GPS dan atau Glonass.
- Antena GNSS harus mempunyai sensitivitas yang tinggi untuk dapat mendeteksi sinyal GNSS yang relatif lemah.
- Antena GNSS harus dapat mengamati sinyal GNSS yang datang dari semua arah dan ketinggian dengan baik.
- Sesuai dengan GNSS receiver yang dipakai.

c. Metode Pengamatan GPS

- Pelaksanaan survey pengukuran titik kontrol dilakukan menggunakan salah satu atau kombinasi dari tiga metode tersebut di bawah ini:

- ✓ *Static Relative GPS/GNSS Positioning (Static Differential)* yang terikat kepada titik kontrol geodesi nasional.
- ✓ *Real Time Kinematic Differential GPS (RTK DGPS)*, menggunakan koreksi dari stasiun pengamatan geodetik tetap/kontinyu atau CORS (*Continuously Operating Reference Station*).
- Koordinat yang dihasilkan adalah Geografis dan atau UTM, dan terikat dalam SRGI2013
- Stasiun referensi tersebut adalah CORS BIG, Orde 0 atau Orde 1 milik BIG.

2.11. Ketelitian Geometrik

Cek akurasi dimaksudkan untuk menguji model transformasi yang digunakan untuk koreksi citra. Dalam cek akurasi diperlukan titik koordinat *GCP* dan *ICP*. Jumlah dan distribusi *GCP/ICP* akan mempengaruhi akurasi koreksi geometrik suatu citra penginderaan jauh. Jumlah *GCP/ICP* seharusnya lebih dari jumlah parameter yang tidak diketahui pada penggunaan rumus tertentu. Penyebaran *GCP/ICP* yang baik menyebar seluruh citra (tidak mengelompok). Akurasi koreksi geometrik biasanya disajikan oleh *Root Mean Square (RMS)* per unit pixel pada citra, standar deviasi dan juga ketelitian planimetris yang dapat diperoleh.

2.11.1. Root Mean Square Error (RMSE)

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan parameter yang digunakan untuk mengevaluasi nilai hasil dari pengamatan atau pengukuran terhadap nilai sebenarnya atau nilai yang dianggap benar (Furqon, 2007).

Di dalam koreksi geometrik suatu citra, *RMS* digunakan untuk menilai derajat kesalahan dengan membandingkan koordinat *ICP* atau *GCP* hasil hitungan (misalnya dengan *Polynomial orde 2*) koordinat citra

dengan koordinat yang sebenarnya diukur di lapangan menggunakan GPS Geodetik. Ketelitian transformasi ditentukan oleh harga *RMSE*. Semakin kecil harga *RMSE*-nya maka semakin teliti. Berikut adalah rumus untuk menghitung *Root Mean Square Error* (de Jong & van der Meer, 2004).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((X'_i - X_i)^2 + (Y'_i - Y_i)^2)}{n}} \quad (2.10)$$

Keterangan :

X' dan Y' = koordinat hasil transformasi

X dan Y = koordinat titik kontrol tanah

n = jumlah titik kontrol tanah

2.11.2. Ketelitian Planimetris

Ketelitian planimetris pada citra satelit diidebtifikasi melalui *RMS Error* planimatis yang dihasilkan pada saat pengolahan. Nilai *RMS Error* Planimetris itu sendiri dapat diperoleh melalui nilai residu yang dihitung antara nilai hasil pengukuran jarak di lapangan dengan hasil hitungan jarak pada citra satelit menggunakan perangkat lunak pengolah citra.

Perhitungan nilai *RMS Error* untuk planimetris adalah sama dengan perhitungan nilai *RMS Error* sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, apabila pada *RMS Error ICP / GCP* yang dijadikan objek residu adalah koordinat X dan Y pengukuran lapangan dengan hasil interpretasi titik pada citra satelit, maka untuk Panimetris digunakan jarak yang diukur di lapangan dengan jarak yang didapat melalui citra satelit.

2.12. Uji Ketelitian Geometrik

Uji akurasi/Uji ketelitian geometrik dilakukan untuk mengetahui nilai ketelitian Citra Satelit yang telah mengalami Koreksi Geometrik, adapun dalam melakukan uji ketelitian

geometrik citra satelit yang telah dilakukan proses koreksi geometrik dapat dilakukan uji akurasi geometri horizontal / vertikal dan uji akurasi planimetris.

2.12.1. Uji Akurasi Geometri Horizontal

Pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat antara titik uji pada gambar atau peta dengan lokasi sesungguhnya dari titik uji pada permukaan tanah. Pengukuran akurasi menggunakan Root Mean Square Error (*RMSE*) atau *circular error* dimana yang perlu diperhitungkan adalah koordinat (X, Y) titik uji dan posisi sebenarnya di lapangan (Badan Informasi Geospasial, 2016).

Misalkan sebagai contoh yaitu Citra Satelit Resolusi Tinggi yang digunakan untuk sumber data peta RDTR dikatakan memenuhi standar ketelitian peta dasar skala minimal 1:5000 apabila akurasi ketelitian horizontal $\leq 2,5$ meter (Kelas 3).

Tabel 2. 5. Uji ketelitian Horizontal Peta (Badan Informasi Geospasial, 2016)

No.	Skala	Interval Kontur	Ketelitian Horizontal Peta (<i>CE90</i>)		
			Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	1:1000000	400	200	300	500
2	1:500000	200	100	150	250
3	1:250000	100	50	75	125
4	1:100000	40	20	30	50
5	1:50000	20	10	15	25
6	1:25000	10	5	7,5	12,5
7	1:10000	4	2	3	5
8	1:5000	2	1	1,5	2,5
9	1:2500	1	0,5	0,75	1,25
10	1:1000	0,4	0,2	0,3	0,5

Nilai ketelitian posisi peta dasar pada Tabel adalah nilai *CE90* (*Circular Error 90%*) merupakan ketelitian horizontal,

yang berarti bahwa kesalahan posisi peta dasar tidak melebihi nilai ketelitian tersebut dengan tingkat kepercayaan 90%.

Nilai $CE90$ dapat diperoleh dengan rumus mengacu kepada standar sebagai-berikut *US NMAS (United States National Map Accuracy Standards)* sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2016):

$$CE90 = 1,5175 \times RMSEr \quad (2.11)$$

Keterangan:

$RMSEr$: Root Mean Square Error pada posisi x dan y (horizontal).

2.12.2. Uji Ketelitian Planimetris Citra.

Ketelitian planimetris pada citra satelit yang telah dilakukan koreksi geometrik dilakukan dengan membandingkan pengukuran planimetris di lapangan dengan perolehan jarak yang didapat melalui citra satelit. Untuk pembuatan peta dasar perencanaan tata ruang belum terdapat aturan khusus mengenai ketelitian planimetris dari peta dasar tersebut, akan tetapi dalam Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 Tentang Pendaftaran Tanah menyebutkan bahwa dalam penyusunan peta dasar yang digunakan mempunyai ketelitian planimetris lebih besar atau sama dengan 0,3 mm pada skala peta (Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3, 1997).

Adapun ketentuan ketentuan atau akurasi geometri yang mana geometri dari citra satelit terkoreksi ini dapat berupa jarak planimetris, dalam Peraturan Kepala BIG nomor 15

Tahun 2014 sebagaimana dalam table berikut ini (Peraturan Kepala BIG nomor 15, 2014):

Tabel 2. 6. Ketentuan Ketelitian Geometri Peta Dasar

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,2 mm x bilangan skala	0,3 mm x bilangan skala	0,5 mm x bilangan skala
Vertikal	0,5 x interval kontur	1,5 x ketelitian kelas 1	2,5 x ketelitian kelas 1

2.13. Penelitian Terdahulu

Adapun menurut Bambang Rudianto (Rudianto, 2010) pada penelitiannya dengan judul Analisis Ketelitian Objek pada Peta Citra Quickbird RS 0,68 m dan Ikonos RS 1,0 m, didasarkan atas studi komparatif antara hasil pengukuran sampel objek-objek yang ada pada muka peta citra hasil proses ortorektifikasi terhadap hasil pengukuran objek secara langsung di lapangan (permukaan bumi). Dihasilkan bahwa ketelitian objek pada peta citra Quickbird RS 0,68 meter dan pada peta citra Ikonos RS 1,00 meter yang dibangun melalui proses ortorektifikasi menggunakan metode *Rational Function* dengan melibatkan 9 titik kontrol tanah, berdasarkan pengujian lapangan yang didasarkan pada data hasil pengukuran selisih jarak dan selisih koordinat antara objek di peta dan di lapangan dapat disimpulkan bahwa berdasarkan data hasil pengujian ketelitian jarak, pembuatan peta skala besar menggunakan citra Quickbird dapat mencapai skala 1 : 1100, sedangkan untuk citra Ikonos dapat mencapai skala 1 : 1650, Berdasarkan data hasil pengujian ketelitian koordinat, pembuatan peta skala besar menggunakan citra Quickbird dapat mencapai skala 1 : 3200, sedangkan untuk citra Ikonos dapat mencapai skala 1 : 6000, Bila digunakan data gabungan selisih jarak dan koordinat, pembuatan peta skala besar menggunakan citra Quickbird dapat mencapai skala 1 : 2200, sedangkan untuk citra

Ikonos dapat mencapai skala 1 : 3900, Dengan memperhatikan kesimpulan 1, 2, dan 3, pembuatan peta skala besar menggunakan citra Quickbird RS 0,68 meter sebaiknya digunakan untuk skala maksimal 1 : 2500, sedangkan untuk pembuatan peta skala besar menggunakan citra Ikonos RS 1,00 meter sebaiknya digunakan untuk skala maksimal 1 : 4000,

Sedangkan menurut Tangguh Dewantara (Dewantara, 2007) dalam penelitiannya tentang aplikasi geometrik citra Quickbird yang berjudul “Kajian Akurasi Geometrik Citra Quickbird Orthogonal untuk Penentuan Posisi dan Luas Objek Dalam Menjamin Kepastian Objek Pajak Bumi dan Bangunan”. Analisis dilakukan untuk menguji kepastian posisi dan luas objek menurut informasi spasial pada peta SIG PBB dengan data sebenarnya di lapangan. Hasil pengujian menunjukkan ketelitian posisi dengan menggunakan citra Quickbird yang telah di orthorektifikasi jauh lebih baik dibandingkan dengan ketelitian posisi dari data spasial PBB. Terjadi peningkatan ketelitian posisi mencapai 25 kali. Demikian pula mengenai rata-rata persentase perbedaan luas antara luas lapangan dengan luas data spasial PBB sebesar 9% dan rata-rata persentase perbedaan luas lapangan dengan luas hasil digitasi pada citra Quickbird orthorektifikasi sebesar 3%. Peningkatan ketelitian objek luasan pajak meningkat 3 kali dengan menggunakan citra hasil pengolahan orthorektifikasi pada objek penelitian ini.

Ari Yuniato (Yuniato, 2007) melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Akurasi Penentuan Luas Objek PBB Menggunakan Citra Quickbird dan Ikonos”. Penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan antara citra Quickbird dengan citra Ikonos mengenai posisi, jarak dan luas, yang diperoleh dari citra yang telah direktifikasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa citra Quickbird memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan citra Ikonos.

Pada penelitian yang dilakukan di kesempatan kali ini yaitu membahas mengenai analisa ketelitian geometrik citra Pleiades 1B dan Geoeye yang selanjutnya digunakan sebagai peta

dasar tata ruang wilayah pesisir dengan studi kasus Surabaya. Perbedaan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang juga dapat menjadi bahan penunjang dengan penelitian yang dilakukan ini yaitu pada terapan dari analisa ketelitian yang dilakukan tersebut apabila pada penelitian terdahulu yang pertama membahas ketelitian planimetrik yang dihasilkan oleh citra Quickbird dan Ikonos serta penelitian terdahulu kedua dan ketiga membahas mengenai terapannya dalam analisa objek PBB, maka pada penelitian ini dilakukannya analisa ketelitian geometrik citra satelit yang digunakan tersebut adalah sebagai penunjang pembuatan peta dasar tata ruang wilayah pesisir dengan uji ketelitian geometrik yang dilakukan berdasarkan ketentuan Peraturan Kepala BIG No. 15 Tahun 2014 mengenai ketelitian peta dasar sehingga dapat dihasilkan ketelitian skala peta dalam penyusunan peta dasar tata ruang yaitu minimal 1:5000,

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang digunakan pada kesempatan kali ini yaitu wilayah pesisir kota Surabaya tepatnya di Kecamatan Bulak, terletak di tepi pantai utara provinsi Jawa Timur. Wilayahnya berbatasan dengan Selat Madura di sebelah timur, Kecamatan Kenjeran di sebelah selatan dan Kecamatan Tambaksari di sebelah barat, serta Kecamatan Mulyorejo di sebelah selatan (Badan Pusat Statistik, 2015), dengan keterangan letak secara geografis yaitu berada diantara $7^{\circ}13' \text{ LS}$ sampai $112^{\circ}47' \text{ BT}$:



Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian (Sumber: Badan Perencanaan
Pembangunan Kota Surabaya, 2004)

3.2. Data dan Peralatan

3.2.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu meliputi berikut:

- Data Citra Satelit Resolusi Tinggi Pleiades 1B kawasan Kota Surabaya tahun pengambilan data 2015 (Metadata Terlampir).
- Data Citra Satelit Resolusi Tinggi Geoeye kawasan Kota Surabaya tahun pengambilan data 2013.
- Data Batas Administrasi Kecamatan Bulak Kota Surabaya skala 1:5000 (Dinas Cipta Karya Kota Surabaya).
- Data Hasil Pengukuran Ground Control Point (*GCP*) di daerah penelitian Kecamatan Bulak, Kota Surabaya.
- Data Hasil Pengukuran Independent Control Point (*ICP*) di daerah penelitian Kecamatan Bulak, Kota Surabaya.
- Data Hasil Pengukuran Planimetris di daerah penelitian Kecamatan Bulak, Kota Surabaya.

3.2.2. Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu:

- Perangkat Lunak (Software)

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini tugas akhir ini antara lain:

- Windows 7
- Microsoft Office 2016
- ArcGIS 10
- Topcon Tools 8

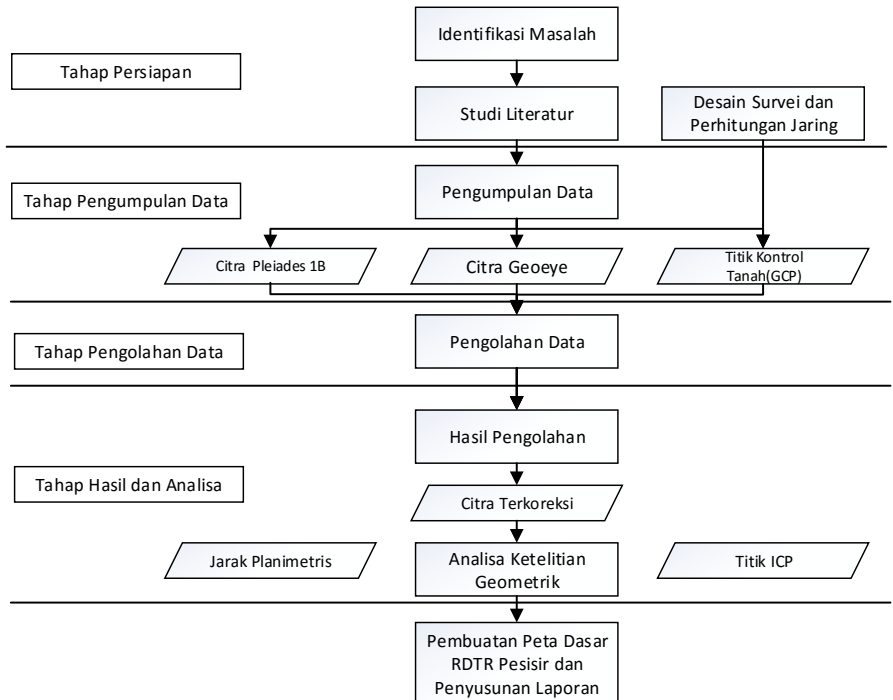
- Alat

Alat yang digunakan dalam pengambilan data di lapangan pada penelitian ini yaitu:

- Receiver GNSS Geodetik Topcon Hiper-Pro.
- Roll Meter
- Kamera
- Form Ukur GPS dan Alat Tulis

3.3. Tahapan Penelitian

Secara garis besar tahapan penelitian yang akan dilakukan digambarkan pada diagram alur yang ditunjukkan sebagaimana di bawah ini:



Gambar 3. 2. Diagram alir Penelitian

Penjelasan Diagram Alir yaitu sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan

- Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi awal mengenai kasus yang akan diteliti, baik berupa perumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian, tujuan dilakukannya penelitian dan manfaat yang diperoleh melalui penelitian yang dilakukan.

- Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempersiapkan tahap berikutnya yaitu dengan mengumpulkan referensi yang akan menunjang langkah-langkah pengolahan sampai pada analisa.

b. Pengumpulan Data

Terdapat beberapa data yang harus dianalisa pada penelitian ini, yaitu data citra resolusi tinggi Pleiades 1B dan Geosy wilayah kota Surabaya serta data titik kontrol yang mana telah diperhitungkan terlebih dahulu kekuatannya.

c. Pengolahan dan Analisa Data

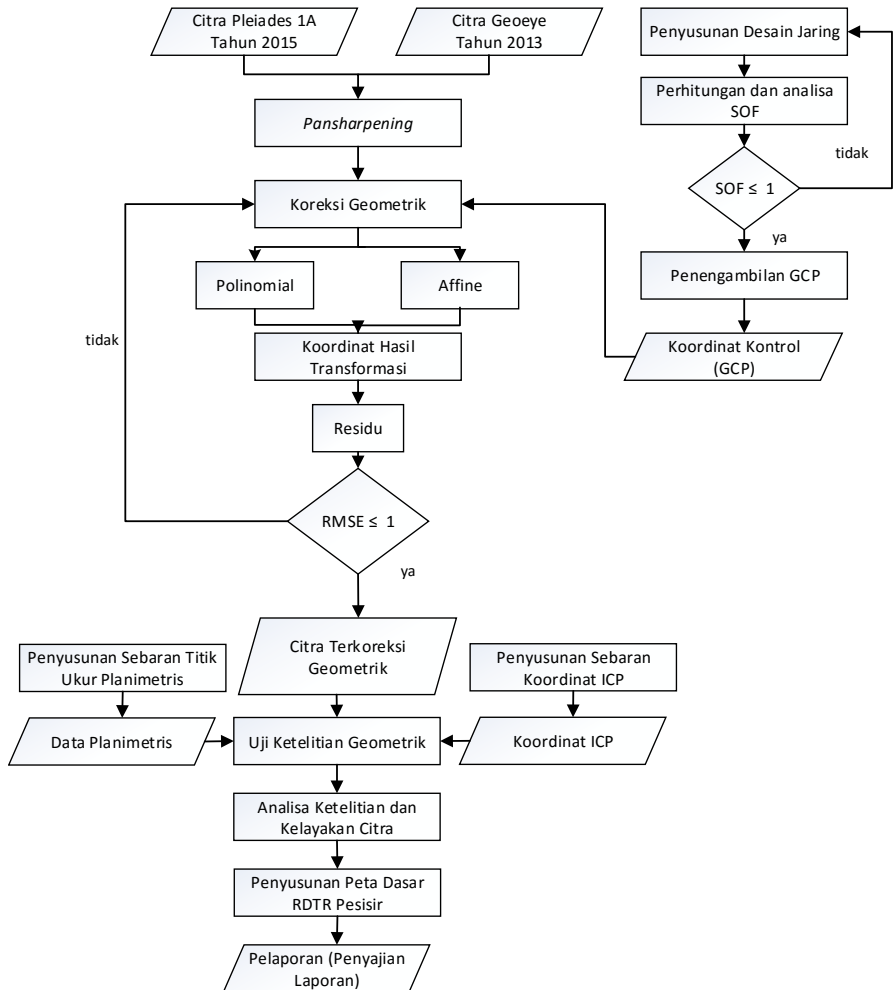
Pengolahan data dilakukan pada masing-masing data citra, hasil pengolahan data yang dilakukan selanjutnya dilakukan analisa dan dibandingkan untuk akhirnya disajikan dalam tahap selanjutnya.

d. Penyajian dan Pelaporan

Seluruh hasil yang didapatkan dalam langkah sebelumnya kemudian disajikan dalam penulisan laporan tugas akhir sesuai dengan sistematika yang ditentukan.

3.4. Tahapan Pengolahan Data

Adapun pengolahan data dalam penelitian ini secara garis besar dijelaskan pada Gambar berikut.



Gambar 3. 3. Diagram Alir Pengolahan Data

Penjelasan Diagram Alir :

- a) Pertama-tama, data yang digunakan merupakan data citra resolusi tinggi yaitu data citra satelit Pleiade 1B dan atau Geoeye
- b) *Pansharpening* dilakukan untuk memaksimalkan data spectral yang ada dengan melakukan koreksi yang disebut koreksi radiometric, sedangkan *Pansharpening* digunakan untuk mendapatkan resolusi spasial yang tinggi dengan mengabungkan band multispectral dengan *Panchromatic*.
- c) Sampel *GCP* mungkin untuk didapatkan dengan berbagai cara, menggunakan titik control BIG, titik SRGI maupun pengukuran *GCP* langsung dengan menggunakan GPS di lapangan. Pada kesempatan penelitian kali ini, titik *GCP* didapatkan melalui pengukuran langsung di lapangan.
 - Pengambilan *GCP* di lapangan
 Adapun metode pengambilan data koordinat *GCP* yang digunakan pada saat pengukuran di lapangan adalah:

Metode Penentuan Posisi	: Diferensial (<i>Rapid Static</i>)
Lama Pengamatan	: ± 60 menit
Tipe GPS	: Geodetik (GPS Topcon Hiper-Pro)
Jumlah Alat	: 4
- d) Penyusunan jaring dilakukan berdasarkan titik-titik yang telah didapatkan yaitu dengan menghubungkan titik menjadi jarring yang selanjutnya dihitung kekutan jarring atau yang disebut dengan *Strength of Figure* (SOF)
- e) Analisa SOF dilakukan untuk menentukan apakah jarung telah memenuhi syarat atau harus dikoreksi kembali pembuatan jaringnya.
- f) Koreksi geometrik yang dilakukan adalah dengan melakukan rektifikasi menggunakan titik *GCP* yang sebelumnya telah

dilakukan pengukuran di lapangan. Adapun dalam melakukan Rektifikasi digunakan 2 metode transformasi yaitu:

- Transformasi *Affine*
- Transformasi *Polynomial orde 2*

g) Hasil koreksi geometrik yang didapatkan adalah berupa citra yang telah dikoreksi geometriknya, maka dengan tersebut koordinat yang ada dalam citra telah ditransformasikan ke dalam system koordinat tertentu yaitu sistem koordinat UTM sesuai dengan koordinat *GCP* yang digunakan dalam rektifikasi.

h) Pengambilan data koordinat Independen Check Point (*ICP*)

Adapun metode pengambilan data koordinat *GCP* yang digunakan pada saat pengukuran di lapangan adalah:

Metode Penentuan Posisi	: Diferensial (<i>Rapid Static</i>)
Lama Pengamatan	: ± 25 menit
Tipe GPS	: Geodetik (GPS Topcon Hiper-Pro)
Jumlah Alat	: 2 (1 GPS Cors ITS, 1 Receiver GPS)

i) Kebenaran koreksi geometrik akan diuji dalam perhitungan *RMS Error* dan uji ketelitian geometrik untuk mendapatkan dan membuktikan kebenaran atau akurasi hasil yaitu citra yang telah terkoreksi.

j) Selanjutnya dilakukan analisa mengenai ketelitian geometrik dari masing masing citra yang digunakan. Ketelitian Geometrik yang dimaksudkan adalah mengacu pada ketentuan Peraturan Kepala BIG Tentang Ketelitian Peta dasar beserta Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang dengan Ketentuan Ketelitian sebagai berikut.

Tabel 3. 1. Uji ketelitian Horizontal Peta (Badan Informasi Geospasial, 2016)

No.	Skala	Interval Kontur	Ketelitian Horizontal Peta ($CE90$)		
			Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	1:1000000	400	200	300	500
2	1:500000	200	100	150	250
3	1:250000	100	50	75	125
4	1:100000	40	20	30	50
5	1:50000	20	10	15	25
6	1:25000	10	5	7,5	12,5
7	1:10000	4	2	3	5
8	1:5000	2	1	1,5	2,5
9	1:2500	1	0,5	0,75	1,25
10	1:1000	0,4	0,2	0,3	0,5

Beserta ketentuan ketelitian akurasi geometri sebagai berikut:

Tabel 3. 2. Ketentuan Ketelitian Geometri Peta Dasar

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,2 mm x bilangan skala	0,3 mm x bilangan skala	0,5 mm x bilangan skala
Vertikal	0,5 x interval kontur	1,5 x ketelitian kelas 1	2,5 x ketelitian kelas 1

- k) Tahap akhir yang dilakukan yaitu penyusunan Peta dasar RDTR Kawasan Pesisir serta menyusun laporan akhir sesuai dengan sistematika yang ditentukan.

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini diuraikan hasil dan pembahasan dari penelitian ini mulai dari hasil pengukuran titik kontrol di lapangan dan pada citra satelit, hasil koreksi geometrik dan uji ketelitian geometrik dan analisa ketelitian geometrik yang didapatkan dari uji ketelitian.

4.1. Hasil Pansharpening Data Citra Satelit

Proses *pansharpening* merupakan proses penggabungan dan penajaman citra band pankromatik digabungkan dengan citra band multispektral, proses *pan-sharpening* dilakukan untuk memudahkan proses interpretasi citra, penentuan titik kontrol dan tampilan citra yang memiliki visual yang baik serta memiliki resolusi yang tinggi. Pada penelitian kali ini data citra yang dilakukan proses *Pansharpening* yaitu citra satelit Pleiades 1B dengan contoh hasil seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4. 1. Penampakan citra setelah proses pansharpening (Kiri) dan sebelum (Kanan)

4.2. Sebaran Titik Kontrol Tanah dan Desain Jaring

Dalam koreksi Geometrik yang dilakukan pada penelitian ini, lokasi titik kontrol tanah (*GCP*) sangat mempengaruhi Root Mean Square Error (*RMSE*) yang akan dihasilkan pada proses

koreksi geometrik tersebut, oleh karena itu penentuan lokasi *GCP* perlu diperhatikan letaknya, untuk mempermudah pengukuran di lapangan serta untuk memastikan lokasi di citra belum berubah di kondisi lapangan saat ini. *GCP* diletakkan pada daerah yang mudah untuk diintrepetasi pada citra yang digunakan.



Gambar 4. 2. Contoh Penentuan Lokasi *GCP* yang Telah Dilakukan Pengukuran

Adapun sebaran titik kontrol yang juga telah dilakukan pengukuran beserta desain jarring yang telah dibuat yaitu:



Gambar 4. 3. Sebaran Titik Kontrol (GCP)

4.3. Koordinat Titik Kontrol Tanah (GCP)

Koordinat titik kontrol dalam hal ini didapatkan koordinat X,Y didapatkan dari pengukuran GPS Geodetik di lapangan dengan metode penentuan posisi diferensial statik menggunakan 4 GPS Geodetik dengan lama pengukuran ± 60 menit, dimana koordinat ini digunakan untuk acuan koreksi geometrik citra Pleiades 1B dan Geoeye dengan rincian koordinat yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 1. Daftar Koordinat Titik Kontrol

No.	Nama Titik	Koordinat Titik Kontrol	
		X (m)	Y (m)
1,	T01	696554,142	9202774,227
2.	T02	697315,853	9201250,595
3.	T03	697966,528	9200295,112
4.	T04	697072,658	9199889,048
5.	T05	695623,878	9199769,906
6.	T06	697685,259	9198443,590
7.	T07	698364,238	9198306,790

No.	Nama Titik	Koordinat Titik Kontrol	
		X (m)	Y (m)
8.	T08	698522,542	9199270,853
9.	SBY3	696312,030	9201327,730

Adapun koordinat pada citra didapatkan melalui interpretasi lokasi *GCP* di lapangan pada citra yang dilakukan dalam perangkat lunak pengolah citra. Koordinat tersebut didapatkan yaitu:

Tabel 4. 2. Daftar Koordinat Interpretasi Citra Pleiades 1B

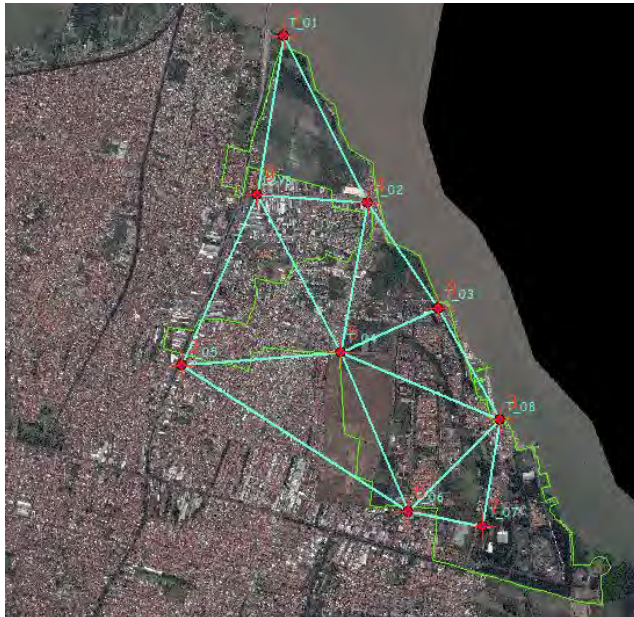
No.	Nama Titik	Koordinat Titik	
		X (Pixel)	Y (Pixel)
1.	T01	12779	-9883
2.	T02	14307	-12935
3.	T03	15612	-14845
4.	T04	13832	-15675
5.	T05	10945	-15936
6.	T06	15063	-18571
7.	T07	16418	-18836
8.	T08	16727	-16895
9.	SBY3	12307	-12795

Tabel 4. 3. Daftar Koordinat Citra Geoeye

No.	Nama Titik	Koordinat Titik	
		X (Pixel)	Y (Pixel)
1.	T01	32554620	19200739
2.	T02	32555393	19199207
3.	T03	32556053	19198247
4.	T04	32555154	19197835
5.	T05	32553694	19197708
6.	T06	32555777	19196381
7.	T07	32556462	19196246
8.	T08	32556618	19197217
9.	SBY3	32554381	19199281

4.4. Desain dan Kekuatan Jaringan

Penentuan posisi dari titik control tanah (*GCP*) untuk keperluan koreksi geometrik diperlukan adanya perencanaan dan perhitungan kekuatan jaring/*Strength of Figure* (*SoF*). Semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaring, maka akan semakin baik konfigurasi jaring yang bersangkutan, dan sebaliknya.



Gambar 4. 4. Desain Jaringan Titik Kontrol Tanah (*GCP*)

Untuk melihat kekuatan dari jaringan yang dibentuk, maka dilakukan penghitungan kekuatan jaring atau *Strength of Figure*. Ada beberapa metode yang dapat digunakan. Semakin kecil nilai dari kekuatan jaring, menunjukkan jaring yang dibentuk semakin kuat. Berikut ini adalah penghitungan *SoF* yang telah dilakukan:

- Jumlah titik (*S*) = 9
- Jumlah *baseline* (*N*) = 16
- *S'* = 9

- $N' = 7$
- $C = C_a + C_s = (N' - S' + 1) + (N - 2S + 3) = 3$
- $D = 2x(N' - 1) + (N - N') = 22$
- $\left[\sum (\delta_A^2 + \delta_A \cdot \delta_B + \delta_B^2) \right] = 0,214$

$$R = \frac{(D - C)}{C} \left[\sum (\delta_A^2 + \delta_A \cdot \delta_B + \delta_B^2) \right] = 0,184$$

4.5. Koordinat Independent Check Point (ICP)

Koordinat *ICP* di lapangan diukur menggunakan GPS Geodetik dengan metode Rapid Static menggunakan satu receiver GPS Geodetik dimana masing masing titik diukur selama kurang lebih 25 menit dengan GPS CORS yang berlokasi di Jurusan Teknik Geomatika ITS.



Gambar 4. 5. Contoh Pelatakan titik *ICP*

Adapun sebaran titik *ICP* yang telah diukur sebagaimana pada gambar berikut:



Gambar 4. 6. Sebaran Letak titik *ICP*

Koordinat koordinat yang dimaksudkan dalam sebaran titik-titik *ICP* tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 4. Koordinat *ICP* hasil Pengukuran GPS

No.	Titik	Koordinat Pengukuran GPS		
		X (Meter)	Y (Meter)	Z (Meter)
1	TA_1	696481,623	9202290,008	33,498
2	TA_2	696974,613	9201325,326	32,982
3	TA_3	697364,845	9200907,857	33,900
4	TA_4	696999,102	9200630,526	32,816
5	TA_5	696358,596	9200788,892	33,049
6	TA_6	696045,299	9200446,047	33,303

No.	Titik	Koordinat Pengukuran GPS		
		X (Meter)	Y (Meter)	Z (Meter)
7	TA_7	696689,562	9200306,845	33,122
8	TA_8	696198,712	9199985,724	33,153
9	TA_9	696088,500	9199586,290	32,202
10	TA_10	696801,375	9199234,936	32,879
11	TA_11	696937,889	9199788,325	33,220
12	TA_12	697704,262	9198803,810	33,043
13	TA_13	698387,133	9198484,928	33,007
14	TA_14	697656,708	9199751,692	33,640
15	TA_15	697867,016	9200118,518	32,895
16	IH_12	698441,876	9199235,532	36,629
17	IH_6	697149,865	9200242,649	32,897
18	IH_4	697321,230	9200490,722	33,074
19	IH_11	698010,614	9199467,072	33,610
20	TN_2	696828,879	9201310,132	33,937
21	IH_9	698042,572	9199211,821	32,878
22	IH_2	697953,204	9200293,394	33,638
23	IH_1	698388,543	9198531,515	33,037

Tabel 4. 5. Koordinat *ICP* hasil Interpretasi Citra Satelit Geoeye

No.	Titik	Koordinat Hasil Pengukuran GPS		Koordinat Hasil Interpretasi Citra Satelit Geoeye	
		X (Meter)	Y (Meter)	X (Meter)	Y (Meter)
1	TA_1	696481,623	9202290,008	696481,707	9202289,783
2	TA_2	696974,613	9201325,326	696974,377	9201324,841
3	TA_3	697364,845	9200907,857	697365,124	9200907,591
4	TA_4	696999,102	9200630,526	696998,813	9200630,883
5	TA_5	696358,596	9200788,892	696358,786	9200789,267

No.	Titik	Koordinat Hasil Pengukuran GPS		Koordinat Hasil Interpretasi Citra Satelit Geoeeye	
		X (Meter)	Y (Meter)	X (Meter)	Y (Meter)
6	TA_6	696045,299	9200446,047	696044,882	9200446,375
7	TA_7	696689,562	9200306,845	696689,859	9200306,462
8	TA_8	696198,712	9199985,724	696198,406	9199985,408
9	TA_9	696088,5	9199586,29	696088,885	9199585,866
10	TA_10	696801,375	9199234,936	696801,549	9199234,609
11	TA_11	696937,889	9199788,325	696937,579	9199788,049
12	TA_12	697704,262	9198803,81	697703,899	9198803,5
13	TA_13	698387,133	9198484,928	698386,772	9198484,568
14	TA_14	697656,708	9199751,692	697656,471	9199751,4
15	TA_15	697867,016	9200118,518	697867,235	9200118,206
16	IH_12	698441,876	9199235,532	698441,715	9199235,12
17	IH_6	697149,865	9200242,649	697150,211	9200242,976
18	IH_4	697321,23	9200490,722	697321,648	9200490,449
19	IH_11	698010,614	9199467,072	698010,393	9199466,788
20	TN_2	696828,879	9201310,132	696828,480	9201309,591
21	IH_9	698042,572	9199211,821	698042,312	9199212,27
22	IH_2	697953,204	9200293,394	697952,885	9200293,143
23	IH_1	698388,543	9198531,515	698388,194	9198531,728

Tabel 4. 6. Koordinat *ICP* hasil Interpretasi Citra Satelit Pleiades 1B

No.	Titik	Koordinat Hasil Pengukuran GPS		Koordinat Hasil Interpretasi Citra Satelit Geoeeye	
		X (Meter)	Y (Meter)	X (Meter)	Y (Meter)
1	TA_1	696481,623	9202290,008	696481,453	9202290,238
2	TA_2	696974,613	9201325,326	696974,252	9201325,057
3	TA_3	697364,845	9200907,857	697365,150	9200907,613
4	TA_4	696999,102	9200630,526	696998,670	9200630,251

No.	Titik	Koordinat Hasil Pengukuran GPS		Koordinat Hasil Interpretasi Citra Satelit Geoeye	
		X (Meter)	Y (Meter)	X (Meter)	Y (Meter)
5	TA_5	696358,596	9200788,892	696358,330	9200789,253
6	TA_6	696045,299	9200446,047	696044,956	9200445,682
7	TA_7	696689,562	9200306,845	696689,199	9200306,527
8	TA_8	696198,712	9199985,724	696198,386	9199985,408
9	TA_9	696088,5	9199586,29	696088,111	9199585,815
10	TA_10	696801,375	9199234,936	696801,67	9199234,626
11	TA_11	696937,889	9199788,325	696938,048	9199787,84
12	TA_12	697704,262	9198803,81	697704,654	9198803,418
13	TA_13	698387,133	9198484,928	698387,433	9198484,569
14	TA_14	697656,708	9199751,692	697657,004	9199751,45
15	TA_15	697867,016	9200118,518	697866,699	9200118,188
16	IH_12	698441,876	9199235,532	698442,210	9199235,192
17	IH_6	697149,865	9200242,649	697150,439	9200242,39
18	IH_4	697321,23	9200490,722	697321,623	9200490,335
19	IH_11	698010,614	9199467,072	698010,232	9199466,655
20	TN_2	696828,879	9201310,132	696828,555	9201309,786
21	IH_9	698042,572	9199211,821	698042,145	9199212,144
22	IH_2	697953,204	9200293,394	697953,506	9200293,101
23	IH_1	698388,543	9198531,515	698388,774	9198531,277

4.6. Hasil Pengukuran Planimetris

Pengukuran Planimetris di lapangan pada penelitian ini dilakukan dengan mengukur secara langsung menggunakan pita ukur atau roll meter objek yang telah direncanakan, objek tersebut jelas terlihat pada citra satelit dan memiliki geometri yang memungkinkan untuk diukur jaraknya. Sedangkan pada citra satelit, jarak planimetris didapatkan berdasarkan interpretasi dari

pengukuran yang telah dilakukan di lapangan untuk kemudian didapatkan selisih antara pengukuran di lapangan dengan yang didapatkan pada citra satelit tersebut.



Gambar 4. 7. Contoh Pelatakan titik Pengukuran Jarak Planimetris

Adapun sebaran titik pengukuran jarak planimetris tersebut sebagai mana pada gambar berikut ini:



Gambar 4. 8. Sebaran Titik Pengukuran Planimetris

Tabel 4. 7. Hasil Pengukuran Jarak Planimetris di Lapangan

No.	Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (Meter)
1	PL1	32,68
2	PL2	63,6
3	PL3	35,8
4	PL4	23,55
5	PL5	43,45
6	PL6	35,19
7	PL7	54
8	PL8	38,5
9	PL9	17
10	PL10	26,5
11	PL11	23,6
12	PL12	27
13	PL13	10,45
14	PL14	46,25
15	PL15	24
16	PL16	16,3
17	PL17	27
18	PL18	22,2
19	PL19	17,5
20	PL20	23
21	PL21	22,35

Tabel 4. 8. Hasil Pengukuran Jarak Planimetris Pada Citra Satelit
Geoeye

No.	Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (Meter)	Hasil Pengukuran Pada Citra (Meter)
1	PL1	32,68	32,309
2	PL2	63,6	64,451
3	PL3	35,8	35,152
4	PL4	23,55	23,753
5	PL5	43,45	44,057
6	PL6	35,19	35,586
7	PL7	54	53,800
8	PL8	38,5	39,044
9	PL9	17	17,432
10	PL10	26,5	26,018
11	PL11	23,6	23,261
12	PL12	27	26,240
13	PL13	10,45	10,028
14	PL14	46,25	46,512
15	PL15	24	24,236
16	PL16	16,3	15,676
17	PL17	27	26,312
18	PL18	22,2	21,837
19	PL19	17,5	17,768
20	PL20	23	22,216
21	PL21	22,35	22,665

Tabel 4. 9. Hasil Pengukuran Jarak Planimetris Pada Citra Satelit
Pleiades 1B

No.	Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (Meter)	Hasil Pengukuran Pada Citra (Meter)
1	PL1	32,68	32,163
2	PL2	63,6	64,505
3	PL3	35,8	35,031
4	PL4	23,55	23,696
5	PL5	43,45	44,171
6	PL6	35,19	35,724
7	PL7	54	53,702
8	PL8	38,5	39,180
9	PL9	17	17,655
10	PL10	26,5	25,825
11	PL11	23,6	23,064
12	PL12	27	26,012
13	PL13	10,45	9,908
14	PL14	46,25	46,760
15	PL15	24	24,450
16	PL16	16,3	15,555
17	PL17	27	26,168
18	PL18	22,2	21,592
19	PL19	17,5	18,080
20	PL20	23	22,172
21	PL21	22,35	22,821

4.7. Uji Ketelitian Geometrik

Ketelitian geometrik dari hasil pengolahan masing-masing citra didapatkan berdasarkan *RMS Error ICP* yang dihasilkan pada saat proses koreksi geometrik dilakukan. Nilai ketelitian

horizontal atau $CE90$ didapatkan dengan mengalikan $RMSE$ ICP yang dihasilkan tersebut dengan konstatata bernilai 1,5175 sehingga selanjutnya dapat dikatakan ketelitian tersebut memenuhi skala peta tertentu

Tabel 4. 10. Ketelitian Geometri Peta

No.	Skala	Interval Kontur	Ketelitian Horizontal Peta ($CE90$)		
			Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	1:1000000	400	200	300	500
2	1:500000	200	100	150	250
3	1:250000	100	50	75	125
4	1:100000	40	20	30	50
5	1:50000	20	10	15	25
6	1:25000	10	5	7,5	12,5
7	1:10000	4	2	3	5
8	1:5000	2	1	1,5	2,5
9	1:2500	1	0,5	0,75	1,25
10	1:1000	0,4	0,2	0,3	0,5

4.7.1. RMS Error Hasil Rektifikasi

Proses rektifikasi pada citra satelit dilakukan dengan menggunakan acuan koordinat GCP yang telah dilakukan di lapangan, kemudian dengan acuan titik kontrol tersebut koordinat pada citra satelit ditransformasikan sehingga sesuai dengan koordinat GCP yang dijadikan acuan tersebut. RMS $Error$ didapatkan melalui residual atau selisih antara koordinat titik kontrol dengan koordinat hasil transformasi yang telah dilakukan pada saat proses rektifikasi.

Tabel 4. 11. Perhitungan *RMSE* Hasil Rektifikasi Citra Pleiades 1B
Metode *Affine*

No.	Nama Titik	Nilai Residual		Nilai <i>RMSE</i>
		X	Y	
1.	T01	0,130	-0,121	0,178
2.	T02	0,308	0,343	0,461
3.	T03	-0,101	-0,142	0,174
4.	T04	0,049	0,009	0,049
5.	T05	0,088	-0,065	0,110
6.	T06	0,157	0,049	0,164
7.	T07	-0,045	0,071	0,085
8.	T08	-0,123	-0,157	0,199
9.	SBY3	-0,462	0,012	0,463
<i>RMS Error</i> Keseluruhan				0,253

Tabel 4. 12. Perhitungan *RMSE* Hasil Rektifikasi Citra Pleiades 1B
Metode *Polynomial orde 2*

No.	Nama Titik	Nilai Residual		Nilai <i>RMSE</i>
		X	Y	
1.	T01	-0,016	-0,085	0,086
2.	T02	0,165	0,286	0,330
3.	T03	-0,185	-0,151	0,239
4.	T04	0,070	-0,103	0,124
5.	T05	0,014	0,019	0,024
6.	T06	-0,079	-0,047	0,092
7.	T07	0,060	0,120	0,134
8.	T08	0,039	-0,048	0,062
9.	SBY3	-0,067	0,009	0,068
<i>RMS Error</i> Keseluruhan				0,158

Tabel 4. 13. Perhitungan *RMSE* Hasil Rektifikasi Citra Geoeye Metode
Affine

No.	Nama Titik	Nilai Residual		Nilai <i>RMSE</i>
		X	Y	
1.	T01	0,067	-0,100	0,120
2.	T02	0,117	-0,063	0,133

No.	Nama Titik	Nilai Residual		Nilai <i>RMSE</i>
3.	T03	-0,047	0,201	0,206
4.	T04	-0,224	-0,118	0,253
5.	T05	0,055	0,155	0,165
6.	T06	0,154	-0,146	0,212
7.	T07	-0,016	-0,123	0,124
8.	T08	-0,011	0,183	0,184
9.	SBY3	-0,096	0,011	0,097
<i>RMS Error</i> Keseluruhan				0,173

Tabel 4. 14. Perhitungan *RMSE* Hasil Rektifikasi Citra Geoeye Metode *Polynomial orde 2*

No.	Nama Titik	Nilai Residual		Nilai <i>RMSE</i>
		X	Y	
1.	T01	-0,052	0,009	0,053
2.	T02	0,109	-0,084	0,138
3.	T03	-0,044	0,079	0,091
4.	T04	-0,143	-0,038	0,148
5.	T05	-0,004	-0,009	0,010
6.	T06	0,081	0,056	0,099
7.	T07	-0,030	-0,052	0,060
8.	T08	0,015	0,001	0,015
9.	SBY3	0,068	0,037	0,078
<i>RMS Error</i> Keseluruhan				0,089

4.7.2. *RMS Error* Uji Ketelitian Geometrik dengan *ICP*

Uji ketelitian geometrik dengan *ICP* ini dilakukan untuk menguji apakah koreksi geometrik yang dilakukan dari proses rektifikasi tersebut telah sesuai dengan ketentuan yang digunakan sebagai pedoman. Uji ketelitian dengan *ICP* dilakukan dengan melakukan perbandingan dan perhitungan selisih antara koordinat *ICP* yang diukur di lapangan menggunakan GPS Geodetik dengan koordinat yang diidentifikasi di citra satelit.

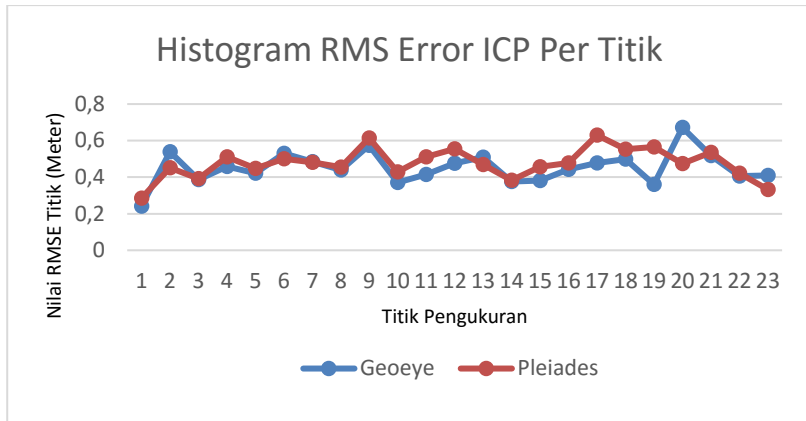
Tabel 4. 15. Perhitungan *RMS ICP* Citra Geoeye

No.	Titik	Residual		Kuadrat Residual		<i>RMSE</i> Titik
		X	Y	X	Y	
1	TA_1	-0,084	0,225	0,007	0,051	0,240
2	TA_2	0,236	0,485	0,056	0,235	0,539
3	TA_3	-0,280	0,266	0,078	0,071	0,386
4	TA_4	0,289	-0,357	0,083	0,127	0,459
5	TA_5	-0,191	-0,375	0,036	0,141	0,421
6	TA_6	0,416	-0,328	0,173	0,108	0,530
7	TA_7	-0,298	0,383	0,089	0,147	0,486
8	TA_8	0,305	0,316	0,093	0,100	0,439
9	TA_9	-0,385	0,424	0,148	0,180	0,573
10	TA_10	-0,174	0,327	0,030	0,107	0,370
11	TA_11	0,309	0,276	0,096	0,076	0,414
12	TA_12	0,362	0,310	0,131	0,096	0,477
13	TA_13	0,360	0,360	0,130	0,129	0,509
14	TA_14	0,237	0,292	0,056	0,085	0,376
15	TA_15	-0,220	0,312	0,048	0,097	0,381
16	IH_12	0,160	0,412	0,026	0,170	0,442
17	IH_6	-0,347	-0,327	0,120	0,107	0,477
18	IH_4	-0,418	0,273	0,175	0,074	0,499
19	IH_11	0,221	0,284	0,049	0,081	0,360
20	TN_2	0,398	0,541	0,159	0,292	0,671
21	IH_9	0,260	-0,449	0,067	0,202	0,519
22	IH_2	0,319	0,251	0,102	0,063	0,406
23	IH_1	0,349	-0,213	0,122	0,045	0,409
<i>RMS Error</i> Keseluruhan						0,460

Tabel 4. 16. Perhitungan *RMS ICP* Citra Pleiades 1B

No.	Titik	Residual		Kuadrat Residual		<i>RMSE</i> Titik
		X	Y	X	Y	
1	TA_1	0,170	-0,230	0,029	0,053	0,286
2	TA_2	0,361	0,269	0,130	0,073	0,451
3	TA_3	-0,306	0,244	0,094	0,059	0,391
4	TA_4	0,431	0,275	0,186	0,075	0,511
5	TA_5	0,266	-0,361	0,071	0,130	0,448
6	TA_6	0,342	0,365	0,117	0,134	0,501
7	TA_7	0,362	0,318	0,131	0,101	0,482
8	TA_8	0,326	0,316	0,106	0,100	0,454
9	TA_9	0,389	0,475	0,151	0,226	0,614
10	TA_10	-0,295	0,310	0,087	0,096	0,428
11	TA_11	-0,160	0,485	0,025	0,235	0,511
12	TA_12	-0,393	0,392	0,154	0,154	0,555
13	TA_13	-0,301	0,359	0,091	0,129	0,469
14	TA_14	-0,297	0,242	0,088	0,058	0,383
15	TA_15	0,316	0,330	0,100	0,109	0,457
16	IH_12	-0,335	0,340	0,112	0,116	0,477
17	IH_6	-0,574	0,259	0,330	0,067	0,630
18	IH_4	-0,394	0,387	0,155	0,150	0,553
19	IH_11	0,382	0,417	0,146	0,174	0,566
20	TN_2	0,323	0,346	0,105	0,120	0,474
21	IH_9	0,426	-0,323	0,182	0,104	0,535
22	IH_2	-0,303	0,293	0,092	0,086	0,421
23	IH_1	-0,232	0,238	0,054	0,056	0,332
<i>RMS Error</i> Keseluruhan						0,482

Dari perhitungan *RMS Error* tersebut dapat digambarkan histogram dari kesalahan masing-masing titik pada kedua citra yaitu sebagai berikut:



Gambar 4. 9. Histogram *RMS Error ICP* Per Titik

4.7.3. *RMS Error Uji Ketelitian Geometrik dengan Planimetris*

Nilai *RMS Error* planimetris didapatkan melalui residu yang dihitung antara nilai hasil pengukuran jarak di lapangan dengan hasil hitungan jarak pada citra satelit menggunakan perangkat lunak pengolahan citra.

Tabel 4. 17. Perhitungan *RMS Error* Planimetris Citra Satelit Geoeye

No.	Titik Ukur	Hasil Ukur Lapangan (Meter)	Hasil Interpretasi Citra Geoeye (Meter)	Residual	Kuadrat Residual	<i>RMS Error</i>
1	PL1	32,680	32,309	0,371	0,137	0,371
2	PL2	63,600	64,451	-0,851	0,725	0,851
3	PL3	35,800	35,152	0,648	0,419	0,648
4	PL4	23,550	23,754	-0,204	0,042	0,204
5	PL5	43,450	44,058	-0,608	0,369	0,608
6	PL6	35,190	35,587	-0,397	0,158	0,397
7	PL7	54,000	53,800	0,200	0,040	0,200

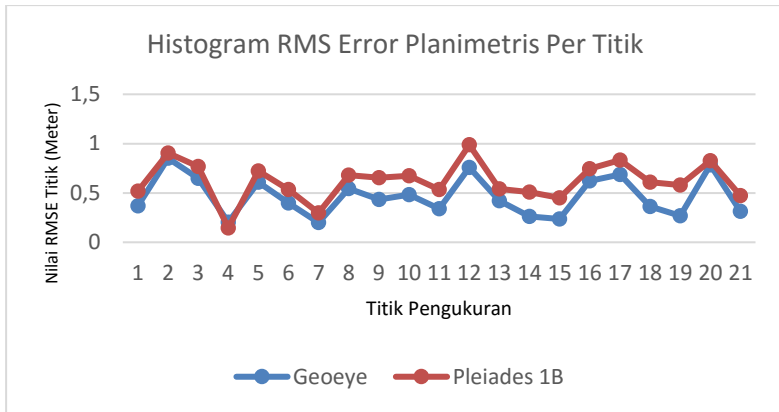
No.	Titik Ukur	Hasil Ukur Lapangan (Meter)	Hasil Interpretasi Citra Geoeye (Meter)	Residual	Kuadrat Residual	<i>RMS Error</i>
8	PL8	38,500	39,045	-0,545	0,297	0,545
9	PL9	17,000	17,433	-0,433	0,187	0,433
10	PL10	26,500	26,019	0,481	0,232	0,481
11	PL11	23,600	23,262	0,338	0,115	0,338
12	PL12	27,000	26,241	0,759	0,577	0,759
13	PL13	10,450	10,028	0,422	0,178	0,422
14	PL14	46,250	46,513	-0,263	0,069	0,263
15	PL15	24,000	24,237	-0,237	0,056	0,237
16	PL16	16,300	15,676	0,624	0,389	0,624
17	PL17	27,000	26,312	0,688	0,473	0,688
18	PL18	22,200	21,838	0,362	0,131	0,362
19	PL19	17,500	17,769	-0,269	0,072	0,269
20	PL20	23,000	22,216	0,784	0,615	0,784
21	PL21	22,350	22,665	-0,315	0,099	0,315
<i>RMS Error Keseluruhan</i>						0,506

Tabel 4. 18. Perhitungan *RMS Error* Planimetris Citra Satelit Pleiades 1B

No.	Titik Ukur	Hasil Ukur Lapangan (Meter)	Hasil Interpretasi Citra Pleiades 1B (Meter)	Residual	Kuadrat Residual	<i>RMS Error</i>
1	PL1	32,680	32,163	0,517	0,267	0,517
2	PL2	63,600	64,505	-0,905	0,819	0,905
3	PL3	35,800	35,031	0,769	0,591	0,769
4	PL4	23,550	23,696	-0,146	0,021	0,146

No.	Titik Ukur	Hasil Ukur Lapangan (Meter)	Hasil Interpretasi Citra Pleiades 1B (Meter)	Residual	Kuadrat Residual	<i>RMS Error</i>
5	PL5	43,450	44,171	-0,721	0,520	0,721
6	PL6	35,190	35,725	-0,535	0,286	0,535
7	PL7	54,000	53,702	0,298	0,089	0,298
8	PL8	38,500	39,180	-0,680	0,462	0,680
9	PL9	17,000	17,656	-0,656	0,430	0,656
10	PL10	26,500	25,826	0,674	0,454	0,674
11	PL11	23,600	23,064	0,536	0,287	0,536
12	PL12	27,000	26,013	0,987	0,975	0,987
13	PL13	10,450	9,908	0,542	0,294	0,542
14	PL14	46,250	46,760	-0,510	0,260	0,510
15	PL15	24,000	24,451	-0,451	0,203	0,451
16	PL16	16,300	15,556	0,744	0,554	0,744
17	PL17	27,000	26,168	0,832	0,692	0,832
18	PL18	22,200	21,592	0,608	0,369	0,608
19	PL19	17,500	18,081	-0,581	0,337	0,581
20	PL20	23,000	22,173	0,827	0,685	0,827
21	PL21	22,350	22,822	-0,472	0,223	0,472
<i>RMS Error Keseluruhan</i>						0,648

Dari masing-masing perhitungan *RMS Error* tersebut didapatkan histogram kesalahan per titik ukur yaitu:



Gambar 4. 10. Histogram *RMS Error* Planimetris Per Titik Ukur

4.8. Analisa

Berdasarkan hasil perhitungan *RMSE* yang telah didapatkan pada masing-masing citra maka dapat dilakukan analisa mengenai ketelitian geometrik yaitu sebagai berikut:

4.8.1. Analisa Ketelitian Rektifikasi

Pada proses koreksi geometrik yang telah dilakukan, total *RMS Error* yang didapatkan melalui rektifikasi menggunakan metode transformasi *Affine* pada masing masing citra adalah 0,253 pada citra satelit Pleiades 1B dan 0,173 pada citra satelit Geoeeye sedangkan total *RMS Error* yang didapatkan melalui proses koreksi geometrik yaitu pada rektifikasi menggunakan Metode transformasi *Polynomial orde 2* pada masing-masing citra yaitu 0,158 untuk citra satelit Pleiades 1B dan 0,089 untuk citra satelit Geoeeye.

Kedua metode transformasi koordinat yang digunakan dalam penelitian ini mengacu berdasarkan pada titik kontrol tanah (*GCP*) yang dijadikan sebagai titik sekutu pada proses rektifikasi dengan 9 titik *GCP* yang telah diperoleh

sebelumnya. Kedua Metode transformasi merupakan transformasi polinomial, untuk *Affine* merupakan orde polinomial pangkat 1 sedangkan untuk *Polynomial orde 2* memiliki pangkat koefisien 2 atau kuadrat. Identifikasi dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa *Polynomial orde 2* menghasilkan residu atau *RMS Error* yang lebih baik / kecil dari *Affine* dapat dikarenakan *Polynomial orde 2* yang memiliki lebih banyak parameter transformasi (12 parameter) sehingga menghasilkan hasil transformasi yang lebih baik dibandingkan dengan *Affine* yang menggunakan 6 parameter transformasi. Dalam prakteknya pun untuk *Affine* hanya dapat digunakan untuk luasan area 35 x 35 km² (Anjasmara, 2005) sedangkan *Polynomial orde 2* dapat digunakan untuk daerah hingga luasan 75 x 75 km².

4.8.2. Analisa Uji Ketelitian Geometrik Horizontal

a. Uji Ketelitian Geometrik Horizontal dengan *ICP*

Pada pengolahan citra satelit Pleiades 1B, nilai *RMS Error ICP* yang didapatkan sebesar 0,482. Sehingga dengan mengacu pada Peraturan Kepala BIG nomor 15 tahun 2014, apabila dihitung ketelitian horizontalnya yaitu *CE90* bernilai 0,731, Maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut memenuhi standar ketelitian peta skala 1:5000 pada kelas 1 melalui pengolahan data yang telah dilakukan memiliki nilai *CE90* kurang dari 1 (Peraturan Kepala BIG nomor 15, 2014).

RMSE yang dihasilkan pada pengolahan citra satelit Geoeye adalah sebesar 0,460, maka didapatkan nilai *CE90* adalah 0,697. Berdasarkan ini maka Citra Geoeye juga memenuhi standar ketelitian peta dengan skala 1:5000 pada Kelas 1 bahkan dengan nilai *CE90* yang

lebih baik dari Pleiades 1B mengacu pada Peraturan Kepala BIG nomor 15 tahun 2014.

Berdasarkan hasil yang didapatkan tersebut diatas, identifikasi nilai *RMS Error* yang didapatkan tersebut dipengaruhi oleh resolusi data spasial citra satelit yang mana semakin tinggi resolusi spasial suatu data citra maka akan semakin jelas identifikasi visual objek lapangan yang ada pada citra tersebut. Jelas pada penelitian ini citra satelit Geoeye memiliki resolusi spasial 0,46 m lebih tinggi dari Pleiades 1B dengan 0,5m, sehingga dalam melakukan uji ketelitian geometrik pada kedua citra ini, data citra Geoeye memberikan visualisasi yang lebih baik dan jelas dari Pleiades 1B kemudian berpengaruh pula pada hasil uji ketelitian geometrik yang lebih baik.

b. Uji Ketelitian geometrik horizontal dengan data Planimetris

Uji ketelitian planimetris pada kedua citra satelit yang masing-masing telah dilakukan koreksi geometrik menunjukkan nilai *RMS Error* sebesar 0,506 untuk citra satelit Geoeye dan 0,648 untuk citra satelit Pleiades 1B. Berdasarkan pada Peraturan Kepala BIG nomor 15 tahun 2014, untuk Ketelitian Geometri Horizontal Peta Dasar pada kelas 1 maka diharuskan untuk memenuhi ketentuan ketelitian : $0,2 \text{ mm} \times \text{bilangan skala}$ yang apabila pada peta dasar yang dimaksudkna adalah skala 1:5000 pada kelas 2 maka nilai ketelitian yang harus dicapai adalah lebih baik dari 1m. Maka dari pernyataan tersebut dapat dikatakan bahwa ketelitian geometrik horizontal kedua citra satelit memenuhi toleransi ketelitian ($\leq 1 \text{ m}$).

Uji ketelitian geometrik horizontal dengan data pengukuran planimetris pada dasarnya sama dengan uji ketelitian dengan koordinat *ICP*, hanya saja pada uji planimetris digunakan data jarak sebagai pembanding. Dalam identifikasi hasil uji yang didapatkan, pengaruh yang besar dialami oleh penulis dalam melakukan uji planimetris adalah sama dengan uji *ICP* yang dilakukan yaitu pada resolusi spasial yang dimiliki kedua citra satelit. Citra satelit Geoeye memiliki hasil uji planimetris yang lebih baik dari Pleiades 1B dikarenakan citra satelit Geoeye memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi (0,46 m) dibandingkan dengan Pleiades 1B (0,5 m) sehingga hal tersebut berpengaruh pada identifikasi tampilan objek lapangan yang ada pada citra satelit, dimana dengan resolusi spasial Geoeye bernilai 0,46 m memberikan visualisasi objek lapangan di citra lebih baik dari Pleiades 1B dengan nilai resolusi spasial 0,5 m.

LAMPIRAN

1. Surat Izin Penelitian



PEMERINTAH KOTA SURABAYA
BADAN KESATUAN BANGSA, POLITIK DAN PERLINDUNGAN MASYARAKAT
Jl. Jaks Agung Suprpto No. 2 - 4 Telp. (031) 5473284, Fax. 5343000
S U R A B A Y A (60272)

Surabaya, 4 April 2016

Kepada

Yth. Kepala BAPPEKO Surabaya

dj. *K. Camil Bulat*

SURABAYA

Nomor : 070 / 3323 / 436 / 7.3 / 2016
Lampiran :
Hal : Permohonan Data

REKOMENDASI PENELITIAN

- Dasar :
1. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian, sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 7 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 Tahun 2011 ;
 2. Peraturan Walikota Surabaya Nomor 37 Tahun 2011 Tentang Rincian Tugas dan Fungsi Lembaga Teknis Daerah Kota Surabaya, Bagian Kedua Badan Kesatuan Bangsa, Politik dan Perlindungan Masyarakat.
- Memperhatikan : Surat Ketua Jurusan Teknik Geomatika FTSP - ITS Surabaya tanggal 29 Maret 2016 Nomor : 019488/IT2.3.14/TU.00.09/2016 hal Permohonan Bantuan Data
- Kepala Badan Kesatuan Bangsa, Politik dan Perlindungan Masyarakat Kota Surabaya memberikan rekomendasi kepada :
- a. Nama : Moh. Mahfudhdin Alawy
 - b. Alamat : Dsn. Malebo RT 003 RW 003 Ds. Simorejo Kanor Bojonegoro
 - c. Pekerjaan/Jabatan : Mahasiswa
 - d. Instansi/Organisasi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 - e. Kewarganegaraan : Indonesia
- Untuk melakukan penelitian/survey/kegiatan dengan
- a. Judul / Thema : Analisa Ketelitian Geometrik Citra Quickbird Dan Ikonos Untuk Pembuatan Peta Detail Tata Ruang Pesisir
 - b. Tujuan : Permohonan Data
 - c. Bidang Penelitian : Pendidikan
 - d. Penanggung Jawab : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS
 - e. Anggota Peserta : -
 - f. Waktu : April s.d. Mei 2016
 - g. Lokasi : BAPPEKO
- Dengan persyaratan :
1. Penelitian/survey/kegiatan yang dilakukan harus sesuai dengan surat permohonan dan wajib mematuhi persyaratan / peraturan yang berlaku di Lokasi / Tempat dilakukan Penelitian/survey/kegiatan ;
 2. Saudara yang bersangkutan agar setelah melakukan Penelitian/survey/kegiatan wajib melaporkan pelaksanaan dan hasilnya kepada Kepala Bakesbang, Politik dan Linmas Kota Surabaya ;
 3. Penelitian/survey/kegiatan yang dilaksanakan tidak boleh menimbulkan keresahan dimasyarakat, disintegrasi bangsa atau mengganggu keulahan NKRI ;
 4. Rekomendasi ini akan dicabut / tidak berlaku apabila yang bersangkutan tidak memenuhi persyaratan seperti tersebut diatas.

Demikian atas bantuannya disampaikan terima kasih.

KEPALA BADAN
Sekretaris,
[Signature]
Drs. Dedy Sosialisto, M.Si
Pembina Tk. I
NIP. 19621212 198903 1 029

Tembusan :
Yth. 1. Ketua Jurusan Teknik Geomatika FTSP - ITS
Surabaya
2. Saudara yang bersangkutan

2. Metadata Citra Satlit

- Gambar Folder Raw Citra Pleiades 1B

IMG_PHR1B_MS_002	21/04/2016 15.23	File folder
IMG_PHR1B_P_001	21/06/2016 03.51	File folder
LIBRARY	18/03/2016 07.58	File folder
DELIVERY.PDF	10/10/2015 17.16	PDF Document
INDEX.HTM	10/10/2015 17.16	HTM File
VOL_PHR.XML	10/10/2015 17.16	XML Document

- Gambar Folder Extensi .TIF dan lainnya

LIBRARY	18/03/2016 07.58	File folder
LINEAGE	18/03/2016 07.58	File folder
MASKS	18/03/2016 07.58	File folder
DIM_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001.XML	10/10/2015 17.19	XML Document 51 KB
ICON_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001.JPG	10/10/2015 17.16	JPG File 15 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R1C1.TFW	10/10/2015 17.19	TFW File 1 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R1C1.TIF	10/10/2015 17.19	TIFF image 2,001,023 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R1C1.TIF.aux.xml	21/06/2016 03.51	XML Document 1 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R1C1.TIF.enp	07/04/2016 09.00	ENP File 666,629 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R1C1.TIF.ovr	21/06/2016 03.51	OVR File 293,136 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R1C2.TFW	10/10/2015 17.17	TFW File 1 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R1C2.TIF	10/10/2015 17.17	TIFF image 600,087 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R1C2.TIF.enp	07/04/2016 10.42	ENP File 166,324 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R2C1.TFW	10/10/2015 17.16	TFW File 1 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R2C1.TIF	10/10/2015 17.18	TIFF image 612,275 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R2C1.TIF.enp	07/04/2016 10.42	ENP File 203,733 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R2C2.TFW	10/10/2015 17.17	TFW File 1 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R2C2.TIF	10/10/2015 17.17	TIFF image 153,551 KB
IMG_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001_R2C2.TIF.enp	07/04/2016 10.42	ENP File 30,323 KB
INDEX.HTM	10/10/2015 17.16	HTM File 20 KB
PREVIEW_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001.JPG	10/10/2015 17.16	JPG File 546 KB
PREVIEW_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001.KMZ	10/10/2015 17.19	KMZ File 591 KB
RPC_PHR1B_P_201505150256399_SEN_1530165101-001.XML	10/10/2015 17.16	XML Document 13 KB

- Gambar Keterangan Level Proses Pleiades 1B

```

<Processing_Information>
  <Production_Facility>
    <SOFTWARE version="V_04_01">IPU V_04_01</SOFTWARE>
    <PROCESSING_CENTER>FCMUGC</PROCESSING_CENTER>
    <PROCESSING_PLACE/>
  </Production_Facility>
  <Product_Settings>
    <PROCESSING_LEVEL>SENSOR</PROCESSING_LEVEL>
    <SPECTRAL_PROCESSING>P</SPECTRAL_PROCESSING>
    <Geometric_Settings>
      <GEOMETRIC_PROCESSING>SENSOR</GEOMETRIC_PROCESSING>
    
```

- Gambar Incidence Angle (Kotak atas) dan Tanggal Perekaman data (Kotak bawah) Citra Pleiades 1B.

SEN_1530165101-001.XML - WordPad

```

ALONG_TRACK>

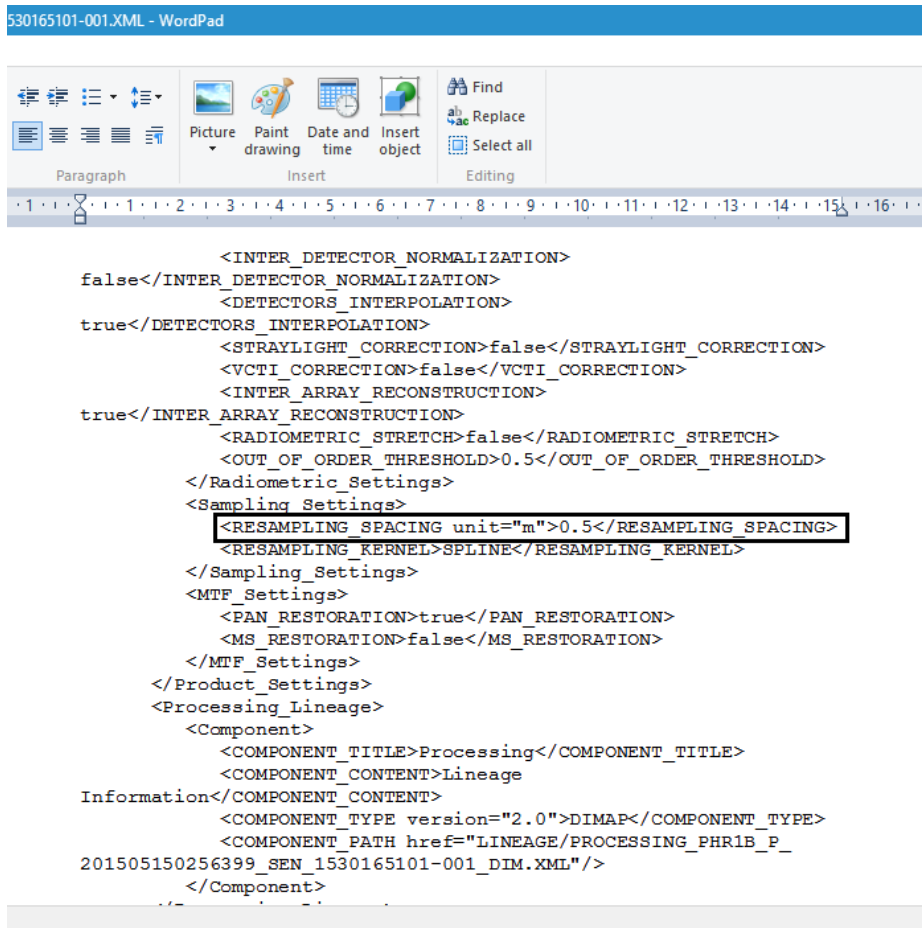
<INCIDENCE_ANGLE_ACROSS_TRACK>-3.104779396289395</INCIDENCE_ANGLE
_ACROSS_TRACK>

<INCIDENCE_ANGLE>5.312998784943132</INCIDENCE_ANGLE>
</Acquisition_Angles>
<Solar_Incidencees>
<SUN_AZIMUTH
unit="deg">39.99018637637016</SUN_AZIMUTH>
<SUN_ELEVATION
unit="deg">56.04790691510368</SUN_ELEVATION>
</Solar_Incidencees>
<Ground_Sample_Distance>
<GSD_ACROSS_TRACK
unit="m">0.6992459321685627</GSD_ACROSS_TRACK>
<GSD_ALONG_TRACK
unit="m">0.7073674669477863</GSD_ALONG_TRACK>
</Ground_Sample_Distance>
</Located_Geometric_Values>
<Located_Geometric_Values>
<LOCATION_TYPE>Center</LOCATION_TYPE>
<TIME>2015-05-15T02:56:41.5312</TIME>






<GEOMETRIC_GLIDING>0.004464387099796907</GEOMETRIC_GLIDING>
<Acquisition_Angles>
<AZIMUTH_ANGLE>179.9626052609006</AZIMUTH_ANGLE>
<VIEWING_ANGLE_ACROSS_TRACK
unit="deg">3.493497936158712</VIEWING_ANGLE_ACROSS_TRACK>

```








- Gambar keterangan Resolusi Spasial Citra Pleiades 1B



3. Form Ukur GPS (GCP)

	LEMBAR PENGUKURAN GPS JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER DESKRIPSI LOKASI TITIK KONTROL TANAH	NAMA TITIK T_01
01. KELURAHAN (RT / RW) : Kedung Cowek 03. KABUPATEN / KOTA : Surabaya		
02. KECAMATAN : Bulak 04. PROPINSI : Jawa Timur		
05. URAIAN LOKASI TITIK : Titik berada di daerah pojokan Jembatan sebelah timur, berdekatan dengan bangunan pintu pompa air. Lokasi berada di sebelah timur pintu gerbang jembatan Suramadu Surabaya.		
06. KOORDINAT PENDEKATAN: -7,208898 : 112,780112		
07. TIPE ALAT / METODE PENENTUAN POSISI : GPS Geodetic Topcon Hiper-Pro / Differensial static.		
08. TINGGI ALAT : 143 cm		
09. TANGGAL PENGAMATAN: 26 April 2016		
10. WAKTU MULAI PENGAMATAN : 16.02 WIB WAKTU BERHENTI PENGAMATAN : 17.05 WIB		
11. SKETSA UMUM LOKASI PENGUKURAN 	12. SKETSA DETAIL LOKASI PENGUKURAN 	
13. FOTO LOKASI KE ARAH UTARA 	14. FOTO LOKASI KE ARAH TIMUR 	
15. FOTO LOKASI KE ARAH SELATAN 	16. FOTO LOKASI KE ARAH BARAT 	
17. DIUKUR OLEH : Moh. Mahfudhdin Alawiy, A. Sigit Arisandi, Meika Sumarsono		

4. Form Ukur ICP (ICP)

	<p align="center">LEMBAR FORMULIR PENGUKURAN GPS JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p> <p align="center">DESKRIPSI LOKASI TITIK KONTROL TANAH</p>	<p align="center">NAMA TITIK</p> <p align="center">TN_2</p>
<p>01. KELURAHAN (RT / RW) : Jalan Tambak Kyai Deres, Kedung Cowek 03. KABUPATEN / KOTA : Surabaya</p>		
<p>02. KECAMATAN : Bulak 04. PROPINSI : Jawa Timur</p>		
<p>05. URAIAN LOKASI TITIK : Barada di pojok bangunan luar pagar kantor kecamatan Bulak sebelah timur.</p>		
<p>06. KOORDINAT PENDEKATAN: -7,222566 : 112,787061</p>		
<p>07. TIPE ALAT / METODE PENENTUAN POSISI : GPS Geodetic Topcon Hiper-Pro / Differensial static.</p>		
<p>08. TINGGI ALAT : 149 cm</p>		
<p>09. TANGGAL PENGAMATAN: 3 Juni 2016</p>		
<p>10. WAKTU MULAI PENGAMATAN : 10.14 WIB WAKTU BERHENTI PENGAMATAN : 10.45 WIB</p>		
<p>11. SKETSA UMUM LOKASI PENGUKURAN</p> 	<p>12. SKETSA DETAIL LOKASI PENGUKURAN</p> 	
<p>13. FOTO LOKASI KE ARAH UTARA</p> 	<p>14. FOTO LOKASI KE ARAH TIMUR</p> 	
<p>15. FOTO LOKASI KE ARAH SELATAN</p> 	<p>16. FOTO LOKASI KE ARAH BARAT</p> 	
<p>17. DIUKUR OLEH : Moh. Mahfudhdin Alawy, Alfian Rozy Mahmudi</p>		

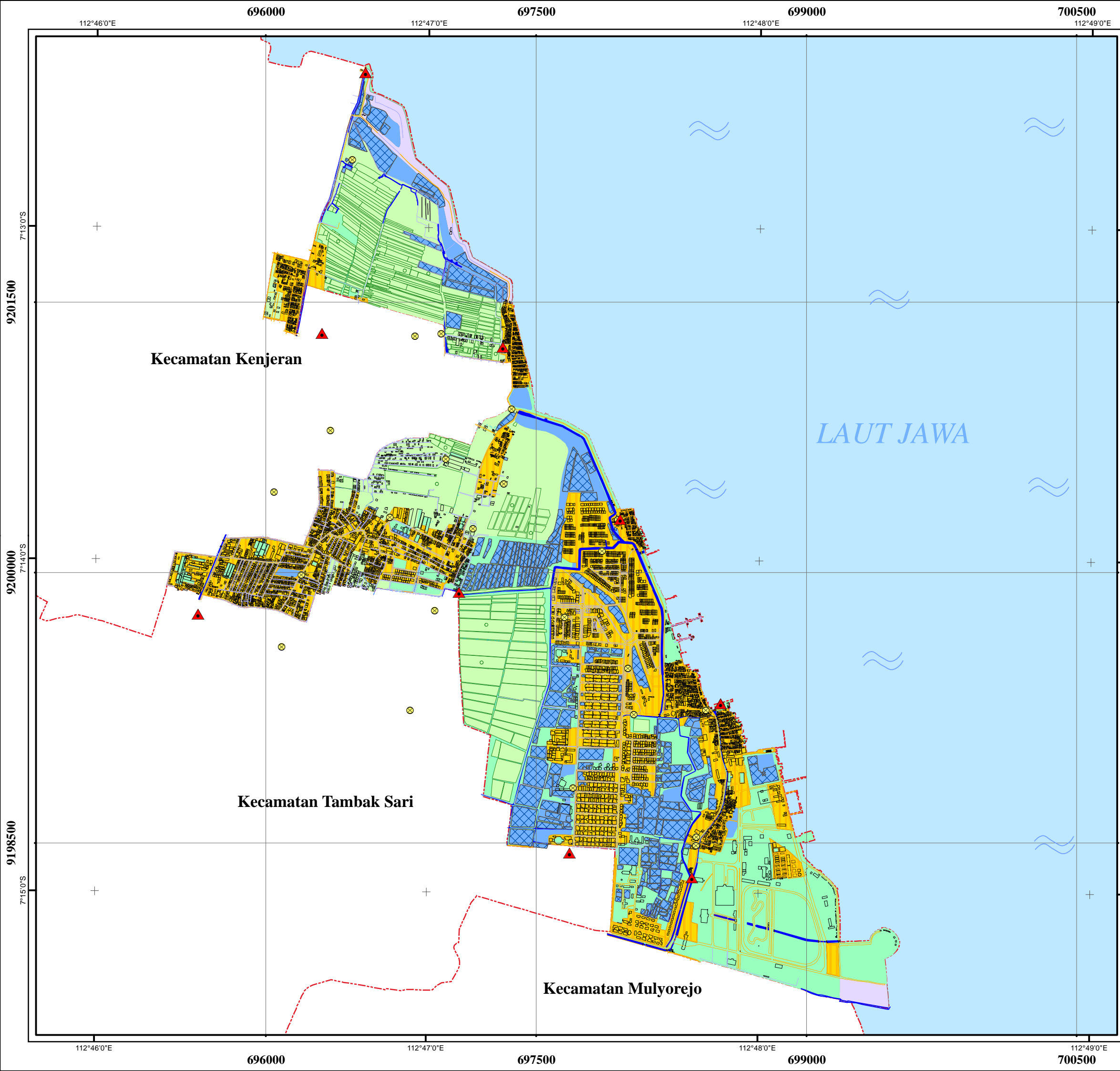
5. Form Ukur Planimetris

Formulir Pengukuran Jarak

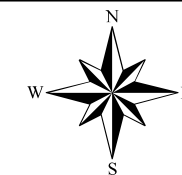
No.	Titik Pengukuran	Panjang (Meter)	Keterangan
1.	PL1	32,680	Bangunan yang Berada di Shelter kec. Bulak
2.	PL2	63,600	Atap Bangunan Sekolah
3.	PL3	35,800	Atap Bangunan
4.	PL4	23,550	Atap Bangunan masjid
5.	PL5	43,450	Atap Bangunan
6.	PL6	35,190	Atap Bangunan
7.	PL7	54,000	Atap Bangunan
8.	PL8	38,500	Atap Bangunan
9.	PL9	17,000	Atap Bangunan
10.	PL10	26,500	Atap Bangunan
11.	PL11	23,600	Atap Bangunan
12.	PL12	27,000	Panjang Lapangan
13.	PL13	10,450	Panjang Lapangan
14.	PL14	46,250	Atap Bangunan
15.	PL15	24,000	Atap Bangunan
16.	PL16	16,300	Atap Bangunan
17.	PL17	27,000	Atap Bangunan Gedung
18.	PL18	22,200	Atap Bangunan Gedung
19.	PL19	17,500	Atap Bangunan Rumah
20.	PL20	23,000	Atap Bangunan Rumah
21.	PL21	22,350	Atap Bangunan gedung

6. Peta Hasil Pengolahan

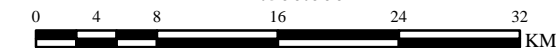
Peta hasil pengolahan dicetak dalam ukuran kertas A3 dan diletakkan pada bagian paling belakang laporan tugas akhir.



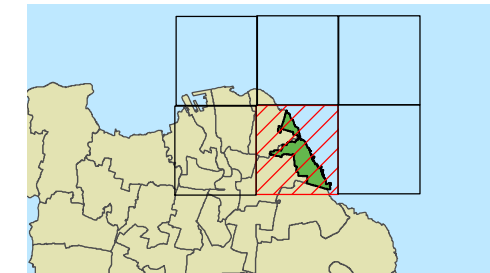
**Peta Dasar RDTR Kawasan Pesisir
Kecamatan Bulak, Surabaya.**



1:500.000



Indeks Peta :



Legenda :

- | | |
|-----------------|-----------------|
| Titik GCP | Bangunan |
| Titik ICP | Tambak |
| Jalan Lokal | Permukiman |
| Jalan Utama | Lahan Pertanian |
| Saluran Irigasi | RTH |
| Sungai | Mangrove |
| Jembatan | Laut |
| Batas Kecamatan | |

Datum Referensi : WGS 1984
Sistem Proyeksi : UTM, Zona 49S
Satuan : Meter
Citra Satelit Dasar : Citra Satelit Pleiades 1B
Sumber Data Citra : Badan Informasi Geospasial
Referensi Legenda : Peraturan Pemerintah RI No. 8 Tahun 2013

Disusun Oleh :
Moh. Mahfudhdin Alawy
3512100058
Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.

Tanggal Pembuatan : Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Izin Penelitian.....	85
Lampiran 2	Metadata Citra Satelit.....	86
Lampiran 3	Form Ukur GPS (GCP).....	89
Lampiran 4	Form Ukur GPS (ICP).....	90
Lampiran 5	Form Ukur Planimetris.....	91
Lampiran 6	Peta Hasil Pengolahan.....	92

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada koreksi geometrik yang dilakukan pada kesempatan penelitian kali ini, dilakuakn beberapa tahapan yaitu proses rektifikasi, proses uji ketelitian dengan *ICP* dan Uji ketelitian planimetris
 - a. proses rektifikasi menggunakan 9 titik Kontrol Tanah dengan metode *Polynomial orde 2* memiliki nilai *RMSE* yang lebih baik dibandingkan metode *Affine* yang mana pada citra Geoeeye masing-masing bernilai 0,089 dan 0,173 sedangkan untuk Pleiades 1B masing-masing bernilai 0,158 dan 0,253.
 - b. Sedangkan dalam melakukan uji ketelitian geometrik digunakan 23 Koordinat *ICP* dengan *RMSE ICP* dimana untuk citra Geoeeye bernilai 0,460 dan Pleiades 1B 0,482.
 - c. Ketelitian Planimetris pada masing-masing citra satelit yang telah dilakukan koreksi geometrik menunjukkan nilai *RMS Error* sebesar 0,506 untuk citra satelit Geoeeye dan 0,648 untuk citra satelit Pleiades 1B.
2. Nilai *CE90* yang dihasilkan dari nilai *RMSE ICP* menunjukkan bahwa masing-masing citra memenuhi ketelitian peta dasar hingga skala 1:5000 pada Kelas 1, Hal tersebut Mengacu pada Peraturan Kepala BIG nomor 15 tahun 2014, dengan nilai *CE90* dari Geoeeye yaitu 0,697 lebih baik dari Pleiades 1B yang memiliki nilai *CE90* sebesar 0,731, Mengacu pula pada Peraturan Kepala BIG nomor 15 tahun 2014 dimana untuk kelas 1 dengan skala 1:5000 ketelitian horizontal *CE90* harus kurang dari 1m, sedangkan untuk Ketelitian Geometri Horizontal Peta Dasar pada kelas

1 dengan ketentuan ketelitian geometri horizontal : 0,2 mm x bilangan skala yang apabila pada peta dasar yang dimaksudkan adalah skala 1:5000 pada kelas 2 maka nilai ketelitian yang harus dicapai adalah lebih baik dari 1m, dengan rincian nilai *RMS Error* yang didapatkan melalui data Planimetris Citra Geoeye sebesar 0,506 lebih baik dari Citra Pleiades 1B yang memiliki nilai 0,648.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini untuk kedepannya adalah sebagai berikut:

1. Pada saat melakukan koreksi geometrik yaitu tepatnya pada saat proses rektifikasi sebaiknya harus dipastikan dan diperhatikan posisi titik *GCP* yang telah diukur di lapangan dengan titik pada citra satelit, karena semakin jauh perbedaan pada saat peletakkan titik *GCP* di citra satelit akan menghasilkan *RMSE* yang buruk. *RMSE* harus kurang dari 1 dan mendekati 0. Titik-titik yang digunakan sebagai *GCP* hendaknya menyebar meliputi seluruh area studi kasus untuk membenjang kekuatan jaring yang mana akan lebih baik apabila mendekati 0.
2. Dalam penelitian selanjutnya, untuk mendapatkan uji ketelitian yang lebih baik dapat digunakan metode transformasi yang lain yang lebih kompleks, dengan titik *GCP* yang lebih banyak dan titik *ICP* pula yang lebih banyak dimana dalam ketentuan untuk daerah luasan $\leq 250 \text{ km}^2$ dibutuhkan minimal 12 titik *ICP*.
3. Dalam penyusunan peta dasar perencanaan tata ruang wilayah akan lebih baik apabila digunakan citra resolusi tinggi dengan resolusi spasial kurang dari 0,65m untuk memenuhi standar skala peta minimal 1:5000.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2006). *Penentuan Posisi dengan GPS*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Anjasmara, I. M. (2005). *Hitung Kerangka Geodesi*. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika.
- Badan Informasi Geospasial. (2016). *Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang*. Cibinong: Sekretariat BIG.
- Badan Lingkungan Hidup. (2012). *Laporan Pengendalian Pencemaran Kawasan Pesisir dan Laut Tahun 2012*. Surabaya: Badan Lingkungan Hidup.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Kecamatan Bulak Dalam Angka 2014*. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- Baihaqi, I. (2013). Aspek Perpetaan untuk Penyusunan Rencana Detail Tata Ruang (RTDR).
- Clark, J. (1996). *Coastal Zone Management Handbook*. New York: Lewis Publisher.
- Dauhari et. al. (2001). *Sumber Daya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- de Jong, S. M., & van der Meer, F. D. (2004). *Remote Sensing Image Analysis* (5 ed.). USA: Kluwer Academic Publisher.
- Dewantara, T. (2007). *Kajian Akurasi Geometrik Citra Quickbird Orthogonal untuk Penentuan Posisi dan Luas Objek Dalam Menjamin Kepastian Objek Pajak Bumi dan Bangunan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

- Furqon. (2007). *Analisis Kerapatan Vegetasi Menggunakan Forest Canopy Density (FCD) dan Radar Backscattering Jers-1 SAR*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Hasyim, A. (2009). *Menentukan Titik Kontrol Tanah (GCP) dengan Menggunakan Teknik GPS dan Citra Satelit untuk Perencanaan Perkotaan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Indarto. (2010). *Dasar-dasar Sistem Informasi Geografis*. Jember: Jember University Press.
- Kay, R., & Alder, J. (1999). *Coastal Planning and Management*. London: E & FN Spon Press.
- LAPAN. (2015). *Pusat Pemanfaatan Teknologi Dirgantara*. Retrieved from Spesifikasi Citra Satelit Pleiades: pusfatekgan.lapan.go.id
- LAPAN. (2015). *Pusat Pemnafaatan Teknologi Dirgantara*. Retrieved from Spesifikasi Citra Geoeye: pusfatekgan.lapan.go.id
- Lillesand, T., & Kiefer, R. (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: Second Edition, John Wiley & Sons.
- Mohammed, N., & Eiman, E. (2013). *The Effect of Polynomial Order on Georeferencing Remote Sensing Images*. India: International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT).
- Murni, A., Arymurthy, Setiawan, & Suryana. (1992). *Pengantar Pengolahan Citra*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

- Peraturan Kepala BIG nomor 15. (2014). *Tentang Pedoman Teknik Ketelitian Peta Dasar*. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3. (1997). *Tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 Tentang Pendaftaran Tanah*. Jakarta: Kementrian Negara Agraria.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 20, (2011). *Tentang Pedoman Penyusunan Rencana Detail Tata Ruang dan Peraturan Zonasi Kabupaten/Kota*. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum.
- Peraturan Pemerintah Nomor 10, (2000). *Tentang Tingkat Ketelitian Peta Untuk Penataan Ruang Wilayah*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Penataan Ruang.
- Purwadhi, S. (2001). *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo.
- Rudianto, B. (2010). *Analisis Ketelitian Objek pada Peta Citra Quickbird RS 0,68 m dan Ikonos RS 1,0 m*. Bandung: LPPM Institut Teknologi Nasional.
- Siswanto, E. (2008). *Kajian Terhadap Penyatuan Peta-Peta Blok Pajak Bumi dan Bangunan dalam Satu Sistem Koordinat Kartesian Dua Dimensi dengan Menggunakan Citra Quickbird*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Somantri, L. (2009). *Teknologi Penginderaan Jauh (Remote Sensing)*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sukojo, B. (2006). *Modul Ajar Hitung Kerangka Geodesi*. Surabaya: Teknik Geomatika - ITS.

- Supriharyono. (2002). *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26. (2007). *Tentang Penataan Ruang*. Jakarta: Republik Indonesia.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 27. (2007). *Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Jakarta: Republik Indonesia.
- Wibowo, & Eko, P. (2010). *Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Pulau Pagang, Pulau Pramuka, Dan Pulau Karya Antara Tahun 2004 dan Tahun 2008*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Yunianto, A. (2007). *Analisis Akurasi Penentuan Luas Objek PBB Menggunakan Citra Quickbird dan Ikonos*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Moh Mahfudhdin Alawy dilahirkan di Bojonegoro, 2 September 1994, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di Kabupaten Bojonegoro dan Kabupaten Tuban dengan rincian, Madrasah Ibtidaiyah Sholbiyah Simorejo Kanor, SMP Plus Ar-Rahmat Bojonegoro, dan SMA Negeri 1 Tuban. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil Jurusan

Teknik Geomatika pada tahun 2012. Selama menjadi mahasiswa, penulis cukup aktif di organisasi intra kampus yaitu sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE ITS) dan kemudian menjabat sebagai Kepala Biro Jurnalistik Departemen Media dan Informasi Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE ITS). Penulis juga aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen mahasiswa seperti PRA LKMM -TD 2012 dan LKMM-TD 2013. Penulis pun aktif dalam kegiatan kepanitian seperti halnya kepanitian pelaksana acara Wisudawan, Seminar Internasional dan Konferensi Penginderaan Jauh (ICOIRS). Selain itu penulis juga mengikuti kegiatan survei seperti survey topografi dan bathimetri pantai Dalegan Kabupaten Gresik, Survey Hidrografi Perencanaan Alur Pelayaran Barat Surabaya di Teluk Lamong Surabaya dan Survey Hidrografi dalam Pendataan Kolam Pelabuhan Tanjung Wangi Kabupaten Banyuwangi. Dalam penyelesaian syarat kuliah, penulis memilih tugas akhir dengan Judul “Analisis Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades 1B dan Geoeye untuk Pembuatan Peta Dasar RDTR Kawasan Pesisir (Studi Kasus: Kecamatan Bulak, Surabaya)”. Jika ingin menghubungi penulis dapat menghubungi email: mahfudhdin.alawy@gmail.com.